



Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería Electrónica

PROGRAMA ESPECIAL DE TITULACIÓN

Sistema autogenerado empleado en equipos cardiovasculares de gimnasio

Autor: Diego Humberto Farías Bazán

Para optar el Título Profesional de

Ingeniero Electrónico

Asesor: Virgilio Augusto Espinoza del Pino

Lima, Junio 2019

DEDICATORIA

Dedico este ISP a mi hija, a mi esposa, a mis padres por ser mi motivo, apoyo y aliento en cada paso para realizar y superar mis metas personales y profesionales y a Dios, quienes me acompañan y guían.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a cada persona que me acompañó y formó parte de esta etapa, que me ha ayudado a crecer, por sus enseñanzas, por su paciencia y preocupación.

RESUMEN

Debido a la crisis energética, que se percibe en gran parte por el aumento en el costo de energía y el incremento en la demanda, existe la necesidad de disminuir la contaminación ambiental y de crear nuevas ideas de energías alternativas sostenibles.

Es por ello, que este proyecto está inspirado para hacer más eficiente los equipos cardiovasculares de gimnasio, esto conlleva al ahorro en consumo de energía, reducción de fallas en los equipos, incrementar el tiempo de vida útil del equipo y reducir el impacto ambiental. Para la realización del proyecto utilizaremos el método de investigación tecnológica, que permite crear una nueva tecnología a partir de los conocimientos adquiridos a través de la investigación y de la experiencia ganada en la ingeniería de estos equipos.

El sistema autogenerado para equipos cardiovasculares de gimnasio es un prototipo mejorado con el cual se puede mejorar las necesidades energéticas de un gimnasio con solo realizar ejercicio es decir aprovechando la energía cinética del usuario, contribuyendo de

esta manera al deporte como una mejora física y para el cuidado integral de la salud, lo cual contribuiría a elevar la calidad de vida del usuario.

El proyecto consiste en el equipamiento de una equipo cardiovascular (bicicleta o elíptica) la cual fue diseñada de tal manera que al momento de realizar el ejercicio pueda energizar el sistema y a su vez cargar la batería para su posterior uso en ralentí ya que en ese momento es cuando se utiliza la energía de la batería al aumentar las RPM el alternador es el encargado de suministrar la energía requerida para todo el sistema de carga. El sistema funciona a partir de 50 RPM siendo un equivalente a 1.6 Km/h.

Teniendo en cuenta los reportes de fallas de los clientes corporativos, con el sistema autogenerado en funcionamiento, se reflejó en los resultados que se logra mitigar gran cantidad de problemas en los equipos, obtener ahorro energético y en la facturación; logrando un interés por el nuevo sistema con grandes beneficios y sobre todo cuidando la inversión realizada ya que tienen una cantidad considerable de equipos de gimnasio.

INDICE

	PAG
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
INDICE.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
INTRODUCCION.....	12
CAPITULO 1	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. Definición de objetivos.....	15
1.1.1. Objetivo Principal.....	15
1.1.2. Objetivo Específico.....	15
1.2. Alcance.....	16
1.3. Limitaciones.....	16
1.4. Justificación del estudio.....	17
1.5. Estado del arte.....	17
CAPITULO 2	
2. MARCO TEORICO.....	27
2.1. Diagrama de bloques.....	28
2.2. Definición de sistema de carga.....	29
2.2.1. La batería.....	29
2.2.2. Alternador.....	30

2.2.3. Regulador de voltaje.....	34
2.2.4. Resistencia Limitadora.....	35
2.3. Reed Switch.....	36
2.4. Tarjeta controladora.....	37
CAPTULO 3	
3. DESARROLLO DE LA SOLUCION.....	38
3.1. Determinación de población y muestra.....	38
3.2. Aspectos principales.....	39
3.3. Elección del alternador.....	40
3.4. Verificación del alternador.....	42
3.4.1. Prueba del rotor.....	42
3.4.2. Prueba del estator.....	43
3.4.3. Prueba del puente rectificador.....	43
3.4.4. Prueba de resistencia de alternador.....	44
3.5. Cálculo del torque y velocidad.....	46
3.5.1. Para velocidad mínima.....	47
3.5.2. Para velocidad baja.....	47
3.5.3. Para velocidad media.....	48
3.5.4. Para velocidad máxima.....	48
3.6. Desarrollo tarjeta de control.....	51
3.6.1. Detección de movimiento.....	51
3.6.2. Excitación de campo.....	53
3.6.3. Carga de batería.....	56
CAPITULO 4	
4. RESULTADOS.....	58

4.1. Presupuesto.....	59
4.2. Valor real de fallas y consumo de energía.....	60
CONCLUSION.....	65
GLOSARIO.....	67
BIBLIOGRAFIA.....	68
ANEXOS.....	70

INDICE DE TABLAS

	PAG
Tabla 1. Asistencia a gimnasios.....	38
Tabla 2. Comparación de marcas del Alternador.....	40
Tabla 3. Presupuesto de materiales utilizados.....	59
Tabla 4. Clientes y cantidad de equipos.....	60
Tabla 5. Reporte de visitas por cambio de repuestos 2012-2015.....	61
Tabla 6. Reporte de visitas por cambio de repuestos 2016-2019.....	62
Tabla 7. Consumo de energía por mes.....	63
Tabla 8. Consumo anual.....	64

INDICE DE FIGURAS

	PAG
Figura 1. Diagrama de bloques	28
Figura 2. Batería Cyclon 6v 2.5Ah.....	30
Figura 3. Partes de un Alternador.....	32
Figura 4. Inductor e Inducido.....	33
Figura 5. Regulador de voltaje	34
Figura 6. Resistencia limitadora.....	35
Figura 7. Reed Switch.....	36
Figura 8. Tarjeta controladora.....	37
Figura 9. Terminales del alternador.....	41
Figura 10. Prueba del rotor.....	42
Figura 11. Prueba del estator.....	43
Figura 12. Prueba del puente rectificador.....	44
Figura 13. Conexión entre Alternador y Tarjeta de control.....	45
Figura 14. Conexión entre Tarjeta de control y consola.....	49
Figura 15. Conexión de Alternador.....	50
Figura 16. Disposición interna transistores 2N3904 y ZVNL110A.....	51
Figura 17. Circuito detección de RPM.....	52
Figura 18. Esquemático transistor TIP105.....	53
Figura 19. Circuito de excitación de campo.....	54
Figura 20. Circuito regulador de nivel.....	55
Figura 21. Diagrama interno de regulador LM1086.....	56
Figura 22. Circuito de aplicación LM1086.....	57

INDICE DE ANEXOS

- A. Anexo 1 - Batería Cyclon 6v
- B. Anexo 2 - Datasheet TIP105
- C. Anexo 3 - Datasheet 2N3904
- D. Anexo 4 - Datasheet 2N3906
- E. Anexo 5 - Datasheet 2N4401
- F. Anexo 6 - Datasheet 2N4403
- G. Anexo 7 - Datasheet BS250
- H. Anexo 8 - Datasheet LM393P
- I. Anexo 9 - Datasheet LM1086
- J. Anexo 10 - Datasheet MBR1635
- K. Anexo 11 - Datasheet ZVNL110A
- L. Anexo 12 - Datasheet 2N03L05

INTRODUCCION

Antiguamente la producción de energía tenía la participación del carbón como fuente primaria a la par se utilizó los recursos naturales como son el agua y el viento, luego llega la importación del petróleo y consigo mejoras pero al poco tiempo se dio la construcción de centrales térmicas y nucleares que a la larga generó un rechazo social fuerte tomando mucho más fuerza el uso de recursos renovables por medio de parques eólicos y la construcción de grandes centrales hidroeléctricas que permanecen hasta hoy. Ahora se fabrican pequeños generadores de energía en lugares donde no se cuenta con red eléctrica.

Paralelamente en el rubro fitness, en los años 50's se empezó a dar la fabricación de equipos cardiovasculares de gimnasio utilizándose en pruebas de esfuerzo, estos equipos eran mecánicos; por otro lado la evolución de los sistemas autogenerados se remontan a la década de los 70's con el reemplazo de los alternadores por los dinamos ya que estos son

menos eficientes y por costos de fabricación y desarrollo de los componentes electrónicos de rectificación y regulación; a esto se suma el aumento en el desarrollo de tecnología a partir de energías renovables con la finalidad de generar energía eléctrica pero estos no era utilizado en el rubro fitness ya que utilizaban fuentes de alimentación que energizaba al sistema electrónico.

En el Perú por el año 2000 se retomó el interés y la inversión en una producción de electricidad diversificada que se deben a la energía renovable y la autogenerada gracias al crecimiento económico y a la mejora en las condiciones de vida. Actualmente el 5% de la energía eléctrica que se genera en todo el Perú viene de las energías renovables y autogeneradas. Con esto se comenzó a realizar estudios de viabilidad para el uso de autogeneración en los equipos de gimnasio.

El sistema autogenerado para equipos cardiovasculares de gimnasio, es un sistema para proveer energía por medio del movimiento del usuario, reduce el consumo de energía hace más eficiente al equipo y facilita el mantenimiento de los mismos.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se sabe que actualmente hay un consumo energético importante en todo el mundo, siendo este uno de los más grandes problemas ya que se genera muchos inconveniente debido al excesivo consumo de energía ya sea por la emisiones de CO₂, consumo de fusibles fósiles o el poco uso en tecnología de energías renovables; es importante anotar que dentro de las energías renovables están las convencionales y las no convencionales si bien es cierto que las convencionales solucionan el problema pero ocasionan contaminación y contribuye al calentamiento global es decir impiden el desarrollo sostenible.

Sin duda, es una problemática que no podemos ignorar, en algún momento estas fuentes de energía no renovables se terminarán y con ello llegará el deterioro del medio ambiente, por tal motivo el aprovechamiento de las energías renovables se está fortaleciendo y avanzando con pasos significativos, por esto creemos que es necesario buscar opciones para la generación de energía eléctrica amigables.

En estos tiempos en el Perú existen dos situaciones en el abastecimiento de energía eléctrica, uno es la alta y creciente demanda de energía y el aumento de la tarifa eléctrica; principalmente consumida por el sector industrial y siendo estos la gran parte de la contaminación que se genera. Por otro lado estos han determinado que tienen responsabilidad con la sociedad ya sea en temas del medio ambiente como en la eficiencia energética. Es por esto que ahora se está optando por energía autogenerada es decir generada por el usuario final muchas veces tomada del medio ambiente o no contaminante.

En el rubro fitness por la creciente demanda de los últimos años, se incrementó el consumo de energía en los gimnasios y con esto también fallas en el sistema por lo que se comenzó a buscar mejores alternativas para generar ahorro de energía, tener un equipo más eficiente y facilitar el mantenimiento preventivo y correctivo; es así como nace la idea de aprovechar el movimiento del usuario para ser transformado en energía eléctrica y energizar los equipos cardiovasculares de gimnasio siendo equipos totalmente autónomos.

1.1 Definición de objetivos:

1.1.1 Objetivo Principal:

Implementar un sistema autogenerado empleado en equipos cardiovasculares de gimnasio a partir del movimiento creado por los usuarios.

1.1.2 Objetivos específicos:

- Determinar las características de generación de energía.
- Realizar pruebas del alternador en el sistema.
- Evaluar el sistema en función de la tensión, corriente, potencia, torque y velocidad.
- Desarrollar control del sistema autogenerado.

- Analizar y comparar datos obtenidos para tener referencia de los beneficios ganados con el sistema autogenerado.

1.2 Alcance:

Se desarrollará un sistema capaz de generar su propia energía utilizando un alternador a partir del movimiento realizado por el usuario. Dicho sistema será más eficiente para alcanzar la alimentación de la visualización, control y carga de batería; así como la reducción en consumo de energía y en fallas generadas en fuentes de alimentación.

El sistema podrá ser implementado en máquinas elípticas y en bicicletas estacionarias ya que ambas utilizan transmisión mecánica por banda. La muestra para comparar los resultados son clientes de la empresa en la cual laboro y que en su mayoría están ubicados en distritos de Miraflores, San Isidro y Surco.

1.3 Limitaciones:

El proyecto se enfocará en la generación de energía, detección de RPM, control de sistema y carga de batería. La información de fallas suscitadas es proporcionada por la empresa con relación a la base de datos de visitas técnicas realizadas a los gimnasios que se toman como muestra, mas no se realizó ningún tipo de encuestas por lo que se tomó las visitas como parte referencial y el comentario de los usuarios al momento de registrar las visitas.

1.4 Justificación del estudio:

Debido a la gran demanda que existe por el consumo de energía y por la poca creación de métodos de autogeneración nos ha llevado a ser dependientes de las empresas productoras de energía, las cuales la comercializan a costos cada vez más elevados; la creación de este sistema genera una disminución considerable en el costo del recibo ya que genera su propia energía.

El diseño de este sistema permite mitigar fallas en los equipos de gimnasio las cuales eran recurrentes debido al deterioro de conectores y daños en las fuentes de alimentación muchas veces ocasionadas por el óxido debido al sudor de los usuarios.

Otro factor que influye en este proyecto para su realización es la de concientizar a los usuarios en la generación de energía limpia contribuyendo con el medio ambiente.

Estos factores expuestos favorecen directamente a los gimnasios, los cuales con el ahorro en consumo y sin los gastos por fallas pueden incrementar el número de equipos y con esto también incrementar en usuarios.

1.5 Estado del arte:

El análisis del estado del arte que se realiza es sobre investigaciones que se han realizado con sistemas similares al propuesto en este informe y que tienen como tema principal la generación de energía por medio de la autogeneración y uso de energías renovables. Entre los documentos encontrados tenemos:

Memoria: Estudio de la viabilidad del uso de un motor generador en el desarrollo de bicicletas estáticas. Garcia, Carlos- Mariano, Ruben- Gil, Javier -Vaquero, Miguel. (2014). Cataluña, España.

Tiene como objetivo principal determinar la viabilidad de implementación de un nuevo sistema de freno eléctrico, este freno es un de alta precisión controlado eléctricamente por medio del uso de un convertidor electromagnético para aportar mejoras a las bicicletas estacionarias. Para esto se realizó un análisis de las bicicletas existentes, como mejorar las sensaciones, usuarios existentes, el tipo de entrenamiento que realizan y las zonas de trabajo. Luego se ha realizado un estudio de biomecánica para que pueda entender los músculos.

Según el autor su aplicación requiere una mayor inversión en tecnología y sistemas más completos para controlar los entrenamientos de manera más precisa; el frenado de estos sistemas no es lineal con la cadencia por lo que las estimaciones de potencia son poco reales por lo que ser minucioso aportaría precisión al sistema y muchas ventajas para diferentes tipos de usuarios ya que se podría observar su evolución real.

Además, el desarrollo de nuevos motores adaptables a diferentes tipos de aplicaciones, como son los motores híbridos de reluctancia autoconmutados, ha motivado el interés de comprobar si es posible utilizar una configuración óptima, para ser usado como freno eléctrico y así tener el control del par angular realizado por los usuarios, cuando entrenan, materializando los deseos de muchos de estos, así como el de sus entrenadores en este deporte.

Por otro lado el sistema final que se ha determinado, también consigue un control angular de frenada, permitiendo hacer trabajar en mayor o menor medida, los diferentes músculos de la

pierna. A la misma vez este control angular permite la posibilidad de entrenar en forma de pedaleo redondo.

Con respecto a la zona de trabajo final que permite el freno, se observa que puede abarcar una gran cantidad de segmentos como el ciclismo indoor o usos generales por los que se utilizan las bicicletas estáticas, de este modo debería optimizarse el diseño del motor para cada uno. Además las ventajas que se han determinado con este freno pueden beneficiarles, como un mayor control en las clases de spinning o programas de entrenamientos dependiendo de los objetivos que se marque cada uno. Todo ello proporcionara valor al producto, sin embargo lo encarecerá teniendo en cuenta que se compone de una cantidad de materiales mayor que los sistemas actuales.

Memoria: Estudio de viabilidad de un gimnasio sostenible. LORENZO, Georgina (2017), Barcelona, España.

Este trabajo tiene como objetivo estudiar la viabilidad de implementar un nuevo sistema en un gimnasio utilizando nuevas tecnologías que permitan generar energía limpia a partir del movimiento que los usuarios crean. Con el uso de la energía cinética creado por el movimiento de los usuarios es aún un poco utilizado, con la gran cantidad de personas que concurren a los gimnasios, se nota el desperdicio de energía cinética que puede ser aprovechado.

En este trabajo se presentan diversos sistemas capaces de aprovechar la energía cinética, evaluando cual es el sistema conveniente para que sea implementado como gimnasio sostenible por medio de una comparativa entre los sistemas descritos. Todos los sistemas

que se explicarán son capaces de transformar la energía mecánica en energía eléctrica gracias al principio de inducción electromagnética. El movimiento rotativo que se crea cuando el usuario pedalea se transmite a un alternador y esta produce electricidad mediante inducción electromagnética.

De esta manera se conseguirá mejorar la eficiencia energética del local, reducir los gastos en electricidad, beneficiar al medio ambiente, dar a conocer nuevos sistemas de generación de electricidad.

Sistema de Microgeneración de Energía a través del Ejercicio Humano. (Agudelo Vélez, F., & García Alegrías, A. F., 2016).

Este trabajo tiene como objetivo el generar energía eléctrica a partir del movimiento del ejercicio humano.

En el contexto de los cambios en el comportamiento humano, propuestos por una mayor conciencia ambiental, el aprovechamiento de la energía humana en máquinas de gimnasio es de vital interés. Independientemente de la aplicación, la cantidad de energía obtenida del cuerpo humano depende de los segmentos corporales que se utilizan, el estado físico y mental del usuario y el diseño de la interfaz hombre-máquina.

A continuación se describen los diferentes sistemas de producción de energía eléctrica por medio de la interacción humana haciendo énfasis en el sistema de generación de energía a través de la bicicleta.

El desarrollo de recursos renovables como fuentes alternativas de energía ha sido promovido por el creciente costo y riesgo ambiental de los combustibles fósiles. El éxito de las energías renovables no sólo se basa en el mejoramiento y optimización constante de las tecnologías para aprovecharlas, sino que también incluye un fuerte componente de transformación

cultural frente al uso de la energía en sociedad. Sin embargo, existe una gran cantidad de fuentes renovables que pretenden reutilizar la energía que normalmente se desperdicia.

Con este trabajo se pretende apoyar la revolución energética aportando un prototipo para la obtención de energía eléctrica a partir del ejercicio realizado en las bicicletas (spinning), haciendo énfasis en los sistemas eléctricos y electrónicos de las etapas de transformación y almacenamiento de la energía además de las aplicaciones en iluminación y carga de dispositivos electrónicos.

Diseño e instalación de sistema de generación eléctrica por movimiento circular uniforme (Sánchez, J. M. M., LONDOÑO, J. C., MONSALVE, D. A. B., & MECATRÓNICA, T. (2016)).

Para este proyecto se utiliza las energías renovables como parte de la solución a una problemática ambiental que no se puede dejar de lado por el alto consumo de energía ya que en algún momento las fuentes de energía no renovables se agotarán ocasionando un problema en el medio ambiente es por esto que la utilización de energía renovables se está fortaleciendo ya que es necesario buscar soluciones para la generación de energía eléctrica ; es así que se busca implementar un sistema tecnológico que permitan aprovechar al máximo la eficiencia de las tecnologías de generación eléctrica, para de esta manera aportar a la gran demanda energética del mundo, al aplicar este sistema de generación eléctrica por medio del movimiento mecánico (circular uniforme), se desea hacer uso de tecnologías disponibles en la cotidianidad de nuestras vidas.

Para una mejor comprensión se desarrolló en 3 etapas; la primera es la determinación del sistema mecánico, luego el diseño del sistema eléctrico y de control y por último la construcción del sistema de generación; con esto se realizaron las pruebas del prototipo con

lo que se espera de este sistema de generación eléctrica contribuya de manera notable en los procesos que demanden el uso de electricidad.

Dentro de las conclusiones que se tienen con este sistema es que se necesita una corriente de excitación para poder generar el campo magnético necesario para el alternador además para que la energía producida pueda ser aprovechada se requiere superar las 700 RPM y garantizar también la corriente generada por el alternador.

Sistema de Generación de Energía Eléctrica a Partir de Bicicletas Estáticas en un Gimnasio y Viabilidad de Apoyo Fotovoltaico (Bravo Carrasco, Pablo – 2015)

La motivación principal de realizar este trabajo es por la escasez de energía presente a nivel mundial destacando que el 80% de energía producida proviene de energía no renovable, el 16% proviene de energía renovable, el 10% de biomasa (calefacción) y el 3.4% de hidroeléctricas pero las fuentes de energía renovables tiene sus limitaciones como son la intensidad de energía solar, la cantidad de viento o la fuerza del oleaje; es por esto que se buscan diferentes alternativas que sean eficientes, económicas y que sea fuente de energía renovable.

El objetivo del proyecto es aprovechar la energía desperdiciada con elementos disponibles actualmente como los alternadores, inversores y paneles fotovoltaicos; por el alto costo de las baterías decidió no almacenar la energía sino utilizarla para calentar agua por medio de paneles termosolares y así lograr ahorro en consumo de gas.

Para el desarrollo de este proyecto primeramente se desarrolló la generación eléctrica por medio del pedaleo del usuario, luego las disposiciones mecánicas que la bicicleta debe tener para el correcto funcionamiento; el voltaje generado ingresa a un inversor que convierte de

14 vdc en 220vac para luego desarrollar la generación solar fotovoltaica como apoyo para energizar la mayor cantidad de áreas del gimnasio.

Como conclusión final podemos decir que la inversión de generación de energía partir de bicicletas de spinning es viable debido al bajo costo de los elementos necesarios para su implantación y a que las bicicletas ya las tendría el propio centro y no sería necesario comprarlas, solamente aplicarles las modificaciones. El costo de los paneles fotovoltaicos son los más caros del sistema ya que se necesita un gran número de ellos. Pero debido a que tiene un número mayor de horas de funcionamiento se amortizan en un periodo similar al del sistema de generación basado en bicicletas de spinning. El mayor problemas que podemos tener es lograr inyección 0 en la red pero hoy día no parece una cuestión muy problemática puesto que existen aparatos que nos permiten solucionar este problema.

Bicicleta estática generadora de energía eléctrica como aprendizaje en el uso eficiente de energía. *Revista Tecnología y Productividad*, Mantilla, C. E. V., Sánchez, N. J. R., Tarazona, O. A. T., & Guzmán, O. R. V. (2018). Colombia

La problemática detectada por el Centro Agroturístico del Socorro Santander en su Región era el consumo inadecuado de energía no renovable que deterioraba los recursos naturales debido al aumento de la contaminación del medio ambiente y afectando la salud de la personas. Por otro lado el costo del suministro eléctrico obligaba al endeudamiento bancario y a la destinación inadecuada de los recursos para el pago de la red eléctrica particular en lugar de ser asignados a otros proyectos en favor de la comunidad ya que al ser zona rural creaba una inestabilidad en la calidad de vida de los habitantes generando un estancamiento económico. Es así como nace la idea de crear un sistema de generación por medio de una bicicleta estática para poder utilizar la energía para la carga de componentes electrónicos, siendo utilizados en el gimnasio del centro y con la posibilidad de ser instalados en áreas

deportivas comunes en toda la región para así promover el consumo adecuado de energía por medio de estos pequeños generadores especialmente en zonas no interconectas.

Este sistema se coloca un alternador en la volante de la bicicleta conectado a un inversor que transforma la energía creada por el alternador a 120Vac y se tiene una batería que almacena energía manteniendo un voltaje de 12 Vdc para la carga de la batería por medio de un regulador con esto el sistema puede ser utilizado por los habitantes creando conciencia sobre el ahorro en consumo de energía eléctrica.

La implementación del sistema de aprovechamiento de la propulsión humana mediante el uso de una bicicleta estática y un alternador es una forma viable para autogenerar de energía según las necesidades básicas para gimnasios o zonas que no están interconectadas, siendo un medio alternativo de generación de energía eléctrica para la población del Centro Agroturístico y a su vez, es una propuesta para mejorar la calidad de vida de las personas, infiriendo sobre su salud y como proyección de un ahorro económico.

Innovación del diseño de una bicicleta estacionaria como tecnología apropiada para la generación de energía alternativa. (TAPIA Becerra, J. C. (2018). Trujillo – Perú)

Este proyecto parte de una problemática que surge en la Institución educativa 80819 en el Porvenir por el alto costo en consumo de energía limitando el corto presupuesto y por ser un lugar de difícil acceso, es por esto que para generar un ahorro y a su vez contribuir en la mejora del estado físico de los alumnos para así reducir el sedentarismo en los alumnos se utilizó una bicicleta estacionaria.

Con este sistema favorece en el ahorro de energía, cubre las necesidades energéticas de la institución y no genera contaminación.

Primero se construye el sistema de transmisión de potencia calculando las RPM deseadas para la producción de energía luego se almacena la energía generada en las baterías estimulando a que las personas realicen el ejercicio.

Algo muy importante a tener en cuenta es que la bicicleta estacionaria generadora de energía siempre debe tener instalada una batería o algún elemento que proporcione corriente de excitación para su funcionamiento. Con este proyecto se intenta mejorar la situación económica de la INSTITUCION EDUCATIVA 80819 FRANCISCO LIZARZABURU DE EL PORVENIR y mejorar la calidad de vida de sus alumnos.

Gimnasio Ecológico “Ecogym”. (CASTRO Mejia, C. I., GUERRERO Neyra, N., ORE Chávez, C. R., & ZELADA Portugal, D. V. (2018)). UPC Perú

En este proyecto está orientado al rubro fitness desde el punto de vista empresarial ya que Ecogym es un modelo de gimnasio ecológico que tiene como meta concientizar y minimizar el impacto ambiental transformando la energía generada por los usuarios.

Este gimnasio estaría ubicado en Lima y la idea nace por la necesidad de minimizar la contaminación siendo Lima una de las ciudades más contaminadas de Latinoamérica, sumado a esto hay una carencia de los ciudadanos por proteger el medio ambiente.

Al no tener gimnasios con esta idea de negocio ya que según las encuestas las personas que llevan una vida saludable se ha incrementado y además se preocupan activamente de la protección al medio ambiente. Los equipos cardiovasculares de gimnasio serian autogenerados, se utilizará papel reciclado y se tendrá cuidado y reducción en el consumo de agua en los servicios higiénicos, tendrá una piscina e instalaciones auto sostenibles.

Según el estudio de mercado uno de los objetivos principales es captar el 10% del mercado, el 81,9% de los encuestados contribuye activamente en el cuidado del medio ambiente y el 94.6% están interesados en integrarse a un gimnasio ecológico.

Los clientes potenciales en los que se enfocarán son de zonas de San Isidro, San Borja, Surco, La molina y Miraflores entre las edades de 18 a 45 años siendo aproximadamente una población de 290,114 personas.

La fecha de apertura de gimnasio está proyectada para este año y proyectan tener en el 2023 un posicionamiento del mercado en un 39%.

CAPITULO 2

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se define todos los conceptos que nos ayuda a comprender mejor el desarrollo del proyecto y diseño del sistema propuesto.

Para este proyecto se define cada una de las partes que se utilizan en el sistema que son el alternador, la batería y la tarjeta controladora siendo dos de estos, parte del sistema de carga y que sirve como base de este proyecto.

2.1 Diagrama bloques:

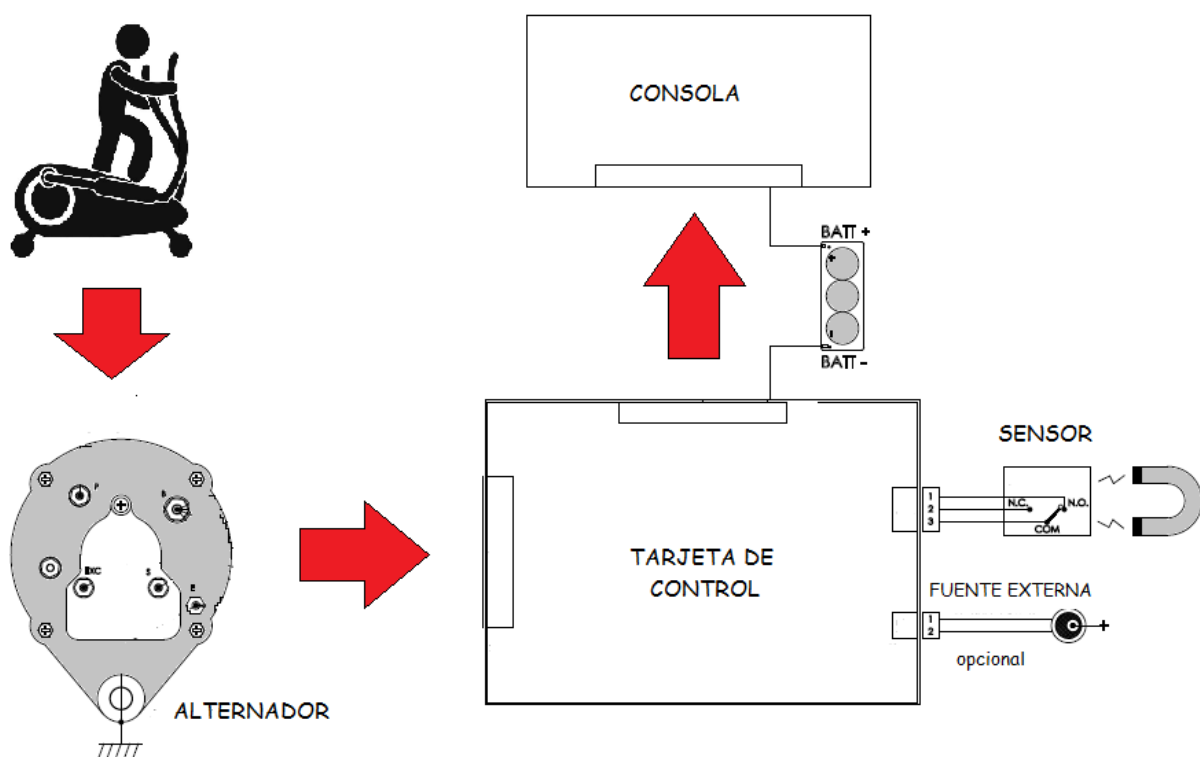


Figura 1: Diagrama de bloques

Fuente: Propia

En el diagrama de bloques se puede visualizar que el sistema tiene las siguientes etapas:

La etapa de generación de la electricidad que como su mismo nombre lo dice se encarga de generar la energía para alimentar al sistema, esta etapa va de la mano con la etapa de detección del movimiento del usuario; al detectar el movimiento y al ser las revoluciones bajas el encendido se da mediante la batería, pero cuando el usuario sigue pedaleando el alternador es el que entra a tallar para darle energía al sistema en caso contrario el usuario deje de pedalear simplemente el sistema se apaga automáticamente. La etapa de control se da por medio de la tarjeta de control, que es capaz de integrar las dos etapas antes descritas y por la cual se realiza la variación del nivel de resistencia.

2.2 Definición de sistema de carga:

Un sistema de carga se define como un sistema que genera la corriente eléctrica necesaria para alimentar un circuito eléctrico o electrónico y recarga la batería del sistema. Este tipo de sistema es bastante utilizado en los automóviles; la energía eléctrica se da de dos formas a bajas revoluciones por minuto el encargado de dar energía es la batería, a revoluciones altas, el sistema de carga es el que se encarga de cumplir todos los requerimientos eléctricos que se necesita. En el momento de carga se da la particularidad de que la salida del alternador es mayor que el voltaje de la batería por lo cual permite recargarla. (Navarrete, 2015).

Los componentes que forman parte del sistema de carga son los siguientes:

- Batería
- Alternador
- Regulador

A continuación se define detalladamente cada uno de los componentes.

2.2.1 La batería:

Elemento del sistema que se recarga por medio el alternador, pero aparte de que se recarga provee de energía al regulador para que exista la excitación y se inicie el proceso de recarga otra función que cumple es la de compensar la carga para así mantener un valor constante en el sistema.

Para el proyecto se utiliza una batería de 6v 2.5Ah recargable hecha de placas de plomo extremadamente delgadas por lo que ofrecen mayor área de superficie y da mucho más poder que las baterías convencionales, lleva una placa de vidrio absorbido (AGM) que

permite la absorción del ácido de alta pureza esto proporciona un funcionamiento a prueba de fugas. Además tiene una placa de acero externa que ofrece protección contra impacto extremo, vibración, temperatura e inflamabilidad.



Figura 2: Batería Cyclon 6v 2.5Ah

Fuente: Propia

2.2.2 Alternador

Es una máquina eléctrica encargada de transformar energía mecánica en energía eléctrica, generando una corriente alterna mediante inducción electromagnética. Los alternadores están diseñados mediante el principio de que en un conductor sometido a un campo magnético variable, durante un determinado tiempo se va a inducir una tensión eléctrica o fuerza electromotriz, cuya polaridad depende del sentido del campo y el valor del flujo que lo atraviesa (ley de Faraday).

Un alternador de corriente alterna funciona cambiando constantemente la polaridad para que haya movimiento y genere energía. Si el alternador, se utiliza para suministrar energía a la

red, su velocidad de rotación se mantiene constante y por lo tanto la frecuencia f de la red.

Su relación fundamental es:

$$n = \frac{60f}{p}$$

Donde n representa la velocidad en R.P.M. y p el número de pares de polos.

Entre los diferentes tipos de generadores síncronos existen los de tipo trifásico, que son los utilizados cuando se necesita proveer de energía eléctrica para uso domiciliario e industrial (Wikipedia, 2019).

Por otro lado el alternador contiene los siguientes componentes principales:

- **Rotor (Inductor):** Es la parte móvil y recibe la corriente desde un regulador, debido a que está formado por un electroimán. La corriente la recibe mediante unos anillos rozantes que están situados en el eje.
- **Polea:** Recibe la energía mecánica mediante faja. Esta se une con el eje del alternador (piñón) y mueve el rotor.
- **Regulador:** Mantiene el voltaje máximo de salida del alternador (12 voltios), además regula la corriente que necesita la batería.
- **Rectificador de diodos:** El rectificador convierte la corriente de salida (corriente alterna) en corriente continua.
- **Estator (inducido):** Es la parte fija en el que se encuentra el bobinado de 3 fases. Puede estar constituido en triángulo o en estrella.

(Caymans Seo, 2017)

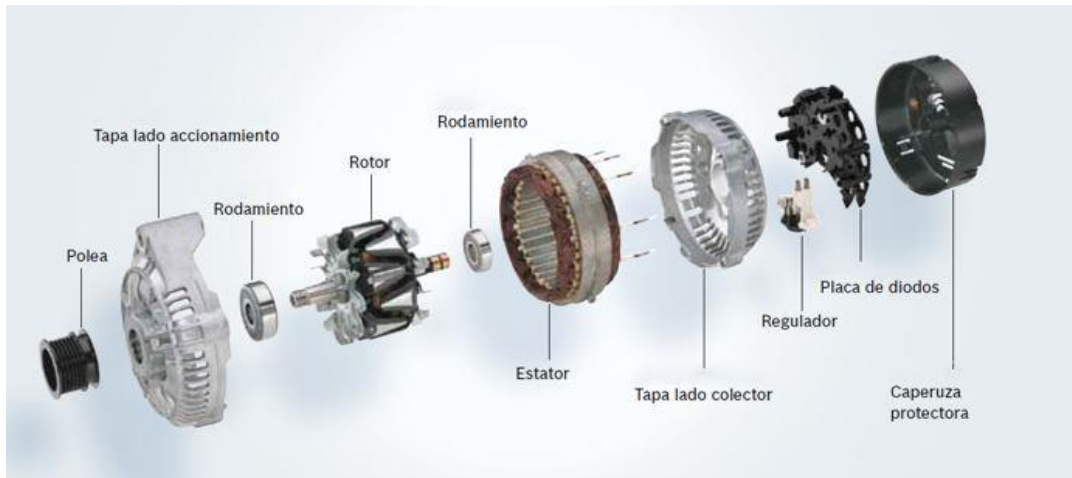


Figura 3: Partes de un alternador

Fuente: (Caymans Seo, 2017)

La principal aplicación del alternador es la de generar energía eléctrica de corriente alterna para entregar a la red eléctrica, aunque también, desde la invención de los rectificadores de silicio, son la principal fuente de energía eléctrica en todo tipo de vehículos como automóviles, aviones, barcos y trenes, reemplazando al dinamo por ser más eficiente y económico.

El alternador genera electricidad mediante los siguientes pasos:

- El giro del piñón transmite el movimiento al alternador mediante la faja.
- El rotor dentro del alternador gira dentro del bobinado del estator.
- El movimiento del rotor genera energía eléctrica en forma de corriente alterna.
- Los diodos rectificadores convierten esta corriente alterna (AC) a corriente directa (DC).

Inductor

El rotor en estas máquinas coincide con el inductor, es el elemento giratorio del alternador, que recibe la fuerza mecánica de rotación.

Para tener una idea más completa de lo que son los inductores, diremos que básicamente están formados por un metal ferromagnético sobre el que se dispone un bobinado, generalmente de alambre de cobre esmaltado para producir un campo magnético, o un imán fijo en los más elementales (Wikipedia, 2019).

Inducido

El inducido o estator es donde se encuentran los polos distribuidos de modo alterno, formados por un bobinado en torno a un núcleo de material ferromagnético de característica blanda, normalmente hierro dulce.

La rotación del inductor hace que su campo magnético, formado por imanes fijos, resulte variable en el tiempo, y el paso de este campo variable por los polos del inducido genera en él una corriente alterna que se recoge en los terminales de la máquina (Wikipedia, 2019).

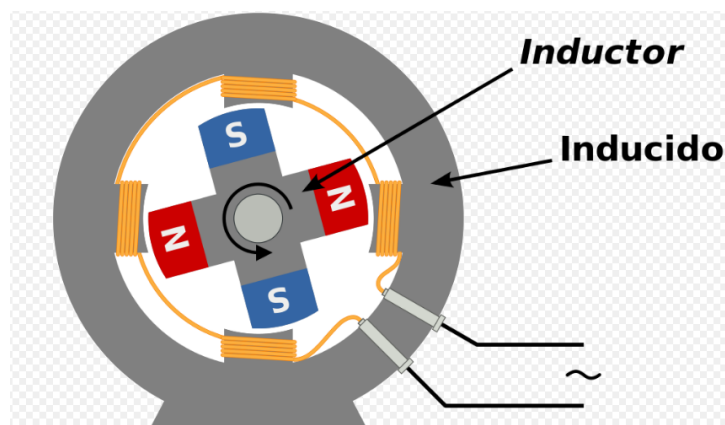


Figura 4: Inductor e Inducido

Fuente: (<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Alternador&oldid=116631804>, 2019).

2.2.3 Regulador de voltaje:

El regulador de voltaje controla la corriente de salida del alternador para así prevenir sobrecargas y descargas de la batería; esto se da regulando el flujo de corriente desde la batería hacia el bobinado del rotor.

También se encarga de regular la corriente que llega a los carbones que posteriormente ingresará al rotor del alternador.

Actualmente los reguladores de voltaje son dispositivos totalmente electrónicos que utilizan diodos y resistencias.

Regulador de Voltaje

El regulador de voltaje controla el flujo de corriente eléctrica producida por el alternador.

Regulador de Voltaje

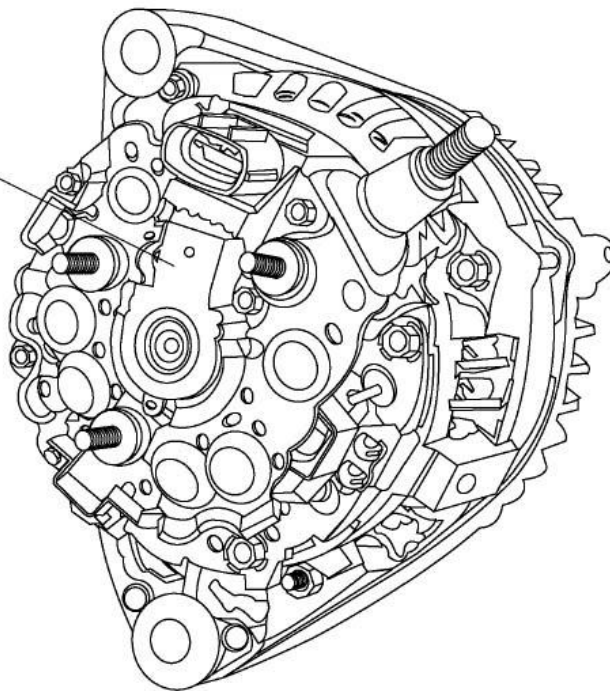


Figura 5: Regulador de voltaje

Fuente: (<https://encendidoelectronico.com/sistemas-carga-alternadores/sistemas-de-carga-parte-1/>, 2015)

2.2.4 Resistencia limitadora:

Esta resistencia se ubica a la salida del alternador y se conecta a la tarjeta, el fin de tener una resistencia es para limitar la corriente de salida del alternador es por esto que se utilizan dos resistencias en paralelo. Como la corriente que se obtiene del alternador es alta se requiere resistencias de alto vatiaje; las resistencias que utilizamos son de $0.75 \Omega / 240W$.



Figura 6: Resistencia Limitadora

Fuente: Propia

A continuación describiremos la sección de detección del movimiento.

2.3 Reed Switch:

Para la detección de movimiento del usuario se utiliza un sensor magnético (Reed switch); este sensor se activará al detectar el imán que se encuentra instalado en la polea de transmisión de la máquina, al pedalear generará un cambio de resistencia en el switch que será detectado por la tarjeta permitiendo el encendido del sistema por medio de la energía de batería.

Esto nos permite darle funcionalidad al sistema ya que al permanecer en movimiento automáticamente se generará el voltaje en el alternador encargándose de la alimentación del sistema y desconectando la batería que se utilizó en el encendido inicial para luego realizar la recarga de la misma.

Este reed switch tiene tres pines un pin común, uno normalmente cerrado y otro normalmente abierto permitiendo que la tarjeta lo detecte rápidamente.



Figura 7: Reed Switch

Fuente: Propia

2.4 Tarjeta controladora:

Esta tarjeta en el sistema es el que se encarga de la detección de revoluciones para encendido del sistema, tratamiento de voltaje y corriente del alternador, variación del nivel de resistencia y envío de datos a consola para su visualización. El diseño de la tarjeta será desarrollado en el siguiente capítulo para un mejor entendimiento de su funcionamiento.



Figura 8: Tarjeta controladora

Fuente: Propia

CAPITULO 3

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

3.1 Determinación de población y muestra:

Haciendo la precisión que este tipo de máquinas en su mayoría se encuentran en gimnasios en los distritos de Miraflores, San Isidro, Surco y La Molina; la población que generalmente tiene la cultura fitness más desarrollada es la de nivel socioeconómico A y B como se muestra en la siguiente tabla:

ASISTENCIA A GIMNASIOS *						
	Total	Nivel socioeconómico				
		A	B	C	D	E
Sí	25%	34%	33%	26%	18%	12%
No	74%	64%	66%	72%	82%	86%
No precisa	1%	2%	1%	2%	-	2%
FUENTE: Ipsos Perú						
*Limeños de 21 a 35 años						

Tabla 1: Asistencia a gimnasios

Fuente: (Ipsos Perú, 2016)

Como se muestra en la tabla en Lima las personas entre 21 y 35 años son las que asisten con mayor frecuencia al gimnasio en las personas mayores a 35 años la afluencia a gimnasios disminuye hasta 5% esto debido a factores como falta de tiempo, salud o no tienen costumbre de realizar ejercicio.

La muestra de clientes (gimnasios) que tomaremos en cuenta y que presentan estos equipos cardiovasculares son en su mayoría de los distritos de Miraflores, San Isidro y Surco; es por esto que las incidencias o fallas que se tenían en estos locales eran altas por la gran afluencia de usuarios y la cantidad de máquinas que se energizaban con fuente de alimentación externa. Posteriormente se mostrará detalladamente las incidencias por local antes y después de la implementación del sistema autogenerado.

3.2 Aspectos principales:

Con la utilización de fuentes externas para la alimentación del sistema en las máquinas cardiovasculares, generaban un consumo permanente repercutiendo directamente al costo de energía; a su vez se ocasionaban frecuentemente fallas en la fuente de alimentación, conectores y tarjeta controladora.

Las fuentes externas utilizadas en las máquinas entregaban un voltaje de 9 v y una corriente de 4 A siendo estas fuentes las encargadas de energizar toda la máquina.

Por lo descrito en el capítulo anterior; el alternador es parte importante para la generación de energía es por esto que para la elección del alternador se necesita tener las siguientes características:

- Voltaje necesario para energizar el equipo 12 v
- Suministrar resistencia a la carga mientras proporciona energía eléctrica
- Proporcionar la señal de rpm hacia la tarjeta controladora.

3.3 Elección del alternador:

Se propuso dos alternativas para la elección del alternador con características similares mostradas en la siguiente tabla:

Marca	MANDO	LEECE NEVILLE
Voltaje	12 V	12 V
Amperaje	35 A	37 A
Salidas	6 pines	6 pines
Peso	9,06 lbs	11, 05 lbs

Tabla 2: Comparación de marcas de alternador

Fuente: Propia

Principalmente se tiene que presentan el mismo voltaje y la misma cantidad de salidas, el amperaje en la marca MANDO es ligeramente menor que en el de LEECE. En el caso del peso del alternador el MANDO es más ligero ya que pesa 4.11 Kg y el alternador LEECE pesa 5.01 Kg hay una diferencia de 1 Kg aproximadamente.

Al realizar la comparación entre ambos alternadores en voltaje, amperaje y salidas son similares; por el peso del alternador nos inclinamos por el alternador MANDO ya que por ser de menor peso hace más ligero al equipo y por estructura también escogemos el alternador MANDO ya que la polea se amolda mejor al sistema mecánico para hacer generar la energía.

Por lo descrito líneas arriba el alternador seleccionado es el de la marca MANDO, además que anteriormente ya se ha trabajado con esta marca proporcionando buenos resultados y

porque se acomoda perfectamente a lo que necesitamos. El alternador a usar es de 12 v y 35 A.

A continuación se definirá cada uno de los terminales que utilizaremos en el alternador que nos permitirán explicar de mejor manera el funcionamiento del alternador y como se encuentra conectado a la tarjeta controladora; los terminales son los siguientes:

P: Señal de RPM

B: Salida de voltaje

EXC: Excitación de campo

S: Retorno de campo

E: Tierra

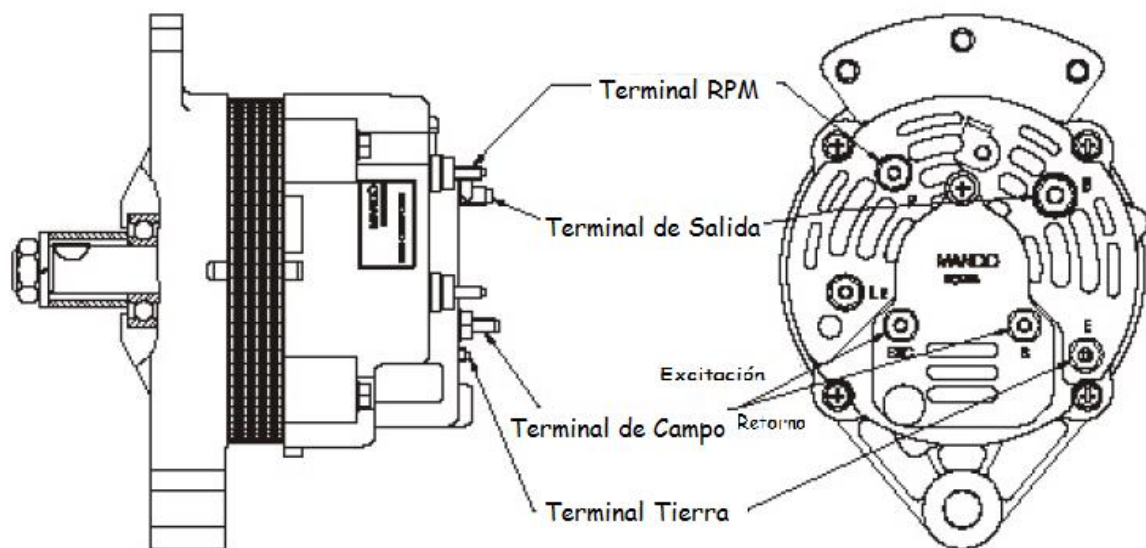


Figura 9: Terminales del alternador

Fuente: (<https://www.gympart.com/TSB/Partdocs/LCA10~Wiring%20Diagram%20for%20Mando%20Alternator.pdf>, 2015)

3.4 Verificación del alternador:

Una vez obtenido el alternador se debe hacer una prueba del mismo para verificar el correcto funcionamiento.

3.4.1 Para prueba del rotor:

- Comprobar la resistencia de la bobina inductora medir con multímetro en los anillos rozantes y tendrá que dar un valor de 4 a 5 Ω .
- Se mide el aislamiento de la bobina inductora con respecto a masa es decir con respecto al eje para ello se mide sobre uno de los anillos rozantes y el eje del rotor nos tendrá que dar una medida de resistencia infinita.

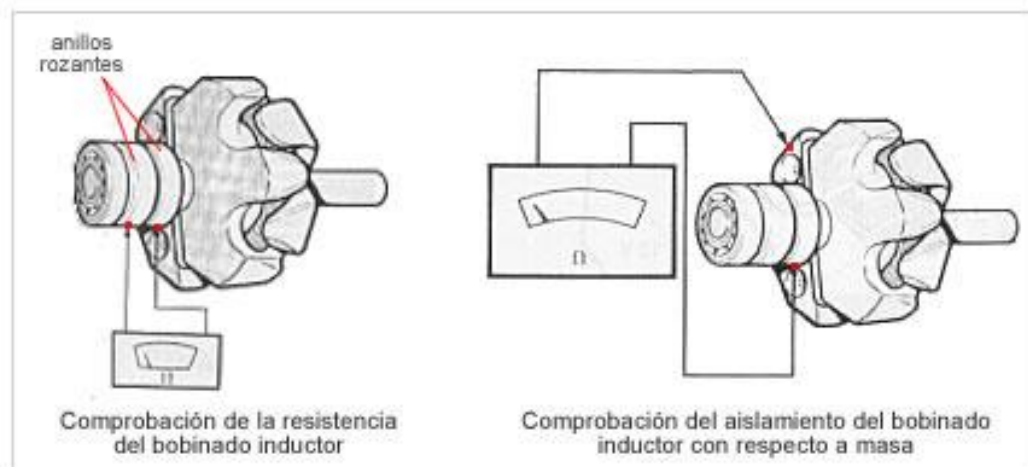


Figura 10: Prueba rotor

Fuente: (<https://www.aficionadosalamecanica.net/alternador-compr.htm>, 2015)

3.4.2 Para prueba del estator:

- Por medio del multímetro comprobar el aislamiento entre cada una de las fases (bobinas) y masa (carcasa).
- Medir la resistencia que hay entre cada una de las fases teniendo que dar una medida de 0,2 a 0,35 Ω según el tipo de bobinado (estrella – triángulo). Las medidas deben de ser iguales entre las fases.

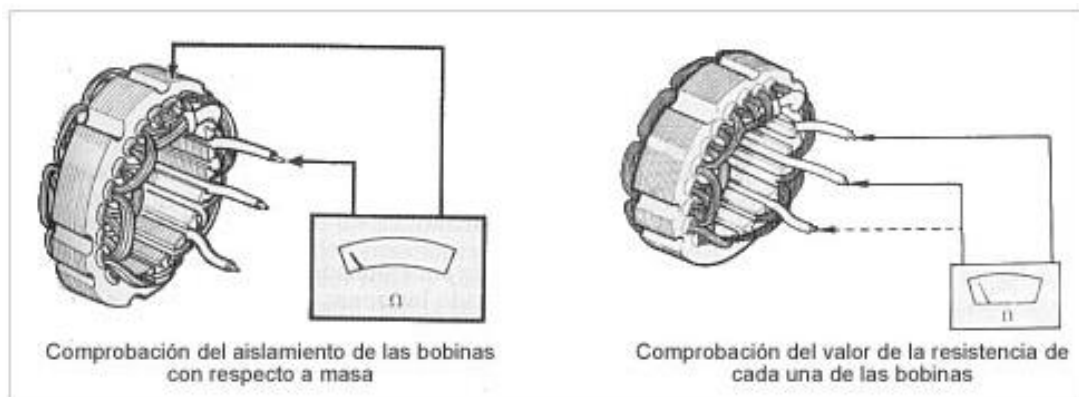


Figura 11: Prueba estator

Fuente: (<https://www.aficionadosalamecanica.net/alternador-compr.htm>, 2015)

3.4.3 Prueba del puente rectificador:

- El rectificador está formado por una placa soporte, en donde se encuentran conectados seis o nueve diodos, unidos y formando un puente rectificador.
- Para esto se usa un multímetro para comprobar los diodos, debiendo estar el puente rectificador desconectado del estator.

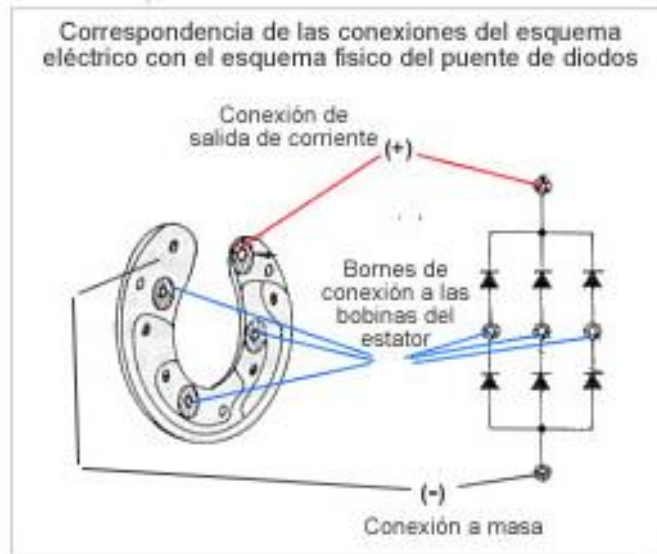


Figura 12: Prueba del rectificador

Fuente: (<https://www.aficionadosalamecanica.net/alternador-compr.htm>, 2015)

3.4.4 Prueba de resistencia de alternador:

Para probar la resistencia en los alternadores Mando se realiza lo siguiente:

- Realizar un puente entre el borne EXC. y el borne B + en el alternador.
- Se debe pedalear la unidad durante aproximadamente un minuto para aumentar la resistencia.
- Si la unidad da resistencia alta, el alternador es bueno.
- Si no hay resistencia, se podría tener cepillos defectuosos en el alternador o podría necesitar reemplazar el alternador.

Una vez verificado el correcto funcionamiento del alternador pasaremos a revisar la salida de voltaje del alternador.

En el terminal B+ sale el voltaje generado al momento de realizar el movimiento; el voltaje que se genera es de 12 v AC este voltaje será rectificado internamente ya que este alternador presenta un rectificador incorporado que transforma los 12v AC en 12 v DC; luego de rectificar el voltaje pasará por el regulador de voltaje que permite mantener el voltaje estable en un valor constante de 11 o 10 v.

A la salida de voltaje también va conectado las resistencias limitadoras de corriente que permiten que un exceso de corriente no pueda dañar la tarjeta controladora.

Por medio de los terminales de campo que son el EXC y el S son los encargados de realizar el cambio de resistencia esto es internamente realizado por el bobinado del estator del alternador.

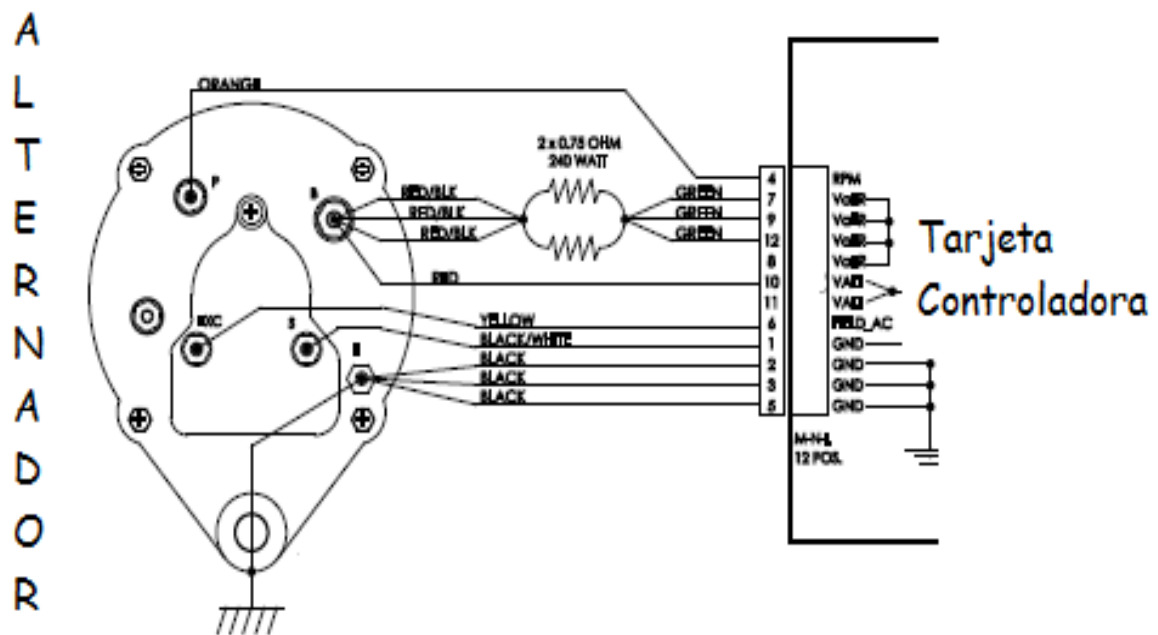


Figura 13: Conexión entre alternador y tarjeta de control

Fuente: Propia

3.5 Cálculo del torque y velocidad:

La potencia que se genera con el alternador está dada por el producto del voltaje y la corriente, esto nos da una potencia de 420 w.

En tanto también debemos calcular el torque y la velocidad para las RPM mínimas y máximas del alternador; están dados por las siguientes formulas

$$P = T \times \omega$$

Dónde:

Potencia (P) en W

Torque (T) en Nm

Velocidad angular (ω) en rad/s

$$\omega = \text{RPM} \times 2\pi / \text{rev} \times 1 \text{ min}/60\text{seg}$$

Para realizar el cálculo de velocidad en Km/h se necesita lo siguiente:

$$K = d \times r \times 0.001885$$

Dónde:

K = velocidad (Km/h)

d = diámetro de polea (cm)

r = revoluciones por minuto (RPM)

Para los cálculos debemos tener también el diámetro de la polea asociada al alternador en el equipo cardiovascular. El diámetro de la polea es de 18cm.

3.5.1 Para velocidad mínima (50 RPM):

$$P = T \times \omega$$

$$420 \text{ w} = T \times (50 \text{ RPM} \times 2\pi/\text{rev} \times 1\text{min}/60\text{seg})$$

$$T = 80.3 \text{ Nm}$$

$$K = d \times r \times 0.001885$$

$$K = 18 \times 50 \times 0.001885$$

$$K = 1.69 \text{ Km/h}$$

3.5.2 Para velocidad baja (< 750 RPM):

$$P = T \times \omega$$

$$420 \text{ w} = T \times (750 \text{ RPM} \times 2\pi/\text{rev} \times 1\text{min}/60\text{seg})$$

$$T = 5.38 \text{ Nm}$$

$$K = d \times r \times 0.001885$$

$$K = 18 \times 750 \times 0.001885$$

$$K = 25.4 \text{ Km/h}$$

3.5.3 Para velocidad media (1500 RPM):

$$P = T \times \omega$$

$$420 \text{ w} = T \times (1500 \text{ RPM} \times 2\pi/\text{rev} \times 1\text{min}/60\text{seg})$$

$$T = 2.67 \text{ Nm}$$

$$K = d \times r \times 0.001885$$

$$K = 18 \times 1500 \times 0.001885$$

$$K = 50.9 \text{ Km/h}$$

3.5.4 Para velocidad máxima (3000 RPM):

$$P = T \times \omega$$

$$420 \text{ w} = T \times (3000 \text{ RPM} \times 2\pi/\text{rev} \times 1\text{min}/60\text{seg})$$

$$T = 1.33 \text{ Nm}$$

$$K = d \times r \times 0.001885$$

$$K = 18 \times 3000 \times 0.001885$$

$$K = 101.8 \text{ Km/h}$$

Con los cálculos realizados no se tendría problemas con el uso del equipo cardiovascular ya que el alternador está capacitado para trabajar a bajas revoluciones permitiendo que cualquier usuario trabaje sin problema y también es poco probable que los usuarios lleguen a utilizar la maquina a una velocidad mayor a las 800 RPM y si en ese caso sucediera el alternador diseñado para soportar mayores velocidades.

Antes de desglosar cada parte del sistema mostraremos un diagrama que nos hará comprender mejor como está distribuido las entradas y salidas ya sea para el control del alternador, detección de RPM y visualización en consola.

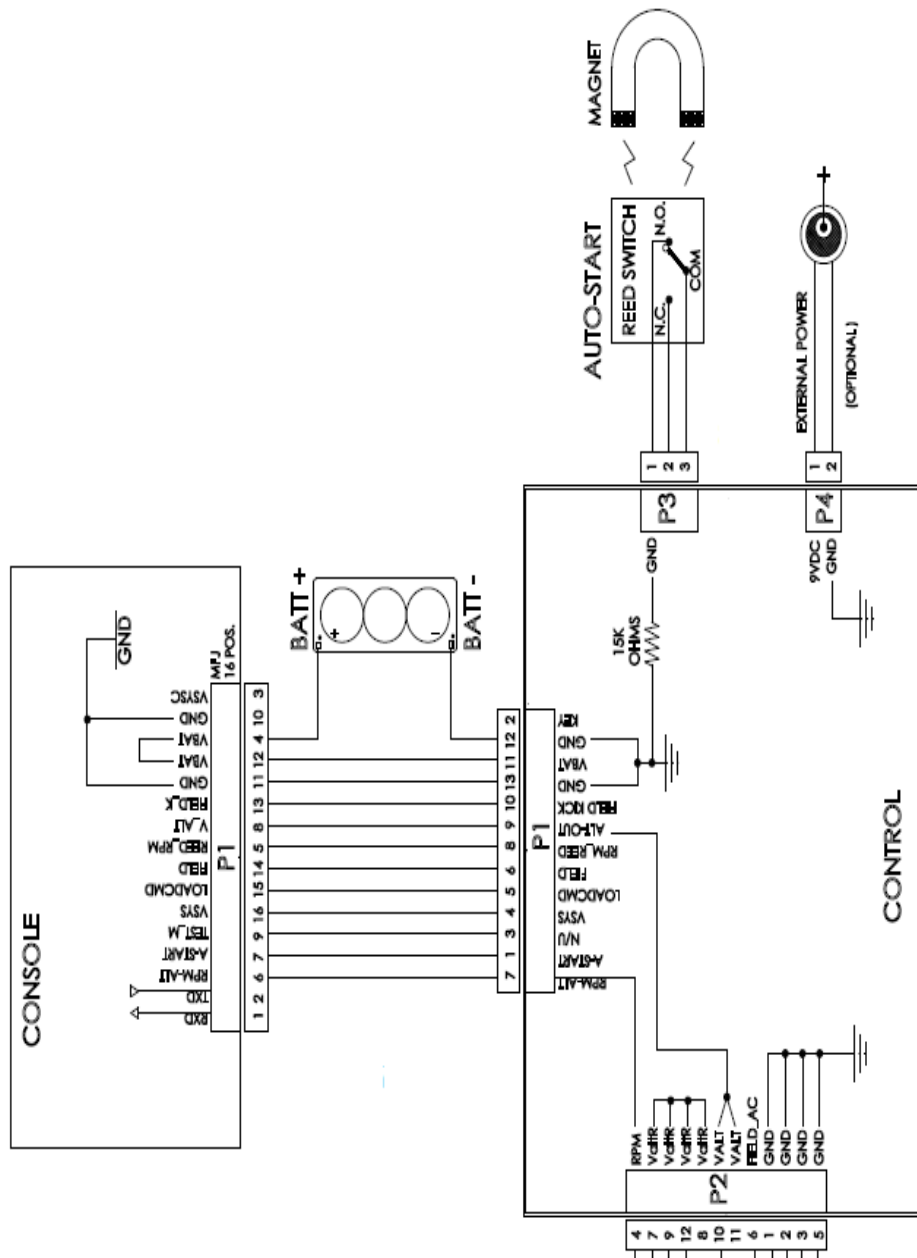


Figura 14: Conexión entre tarjeta de control y consola

Fuente: Propia

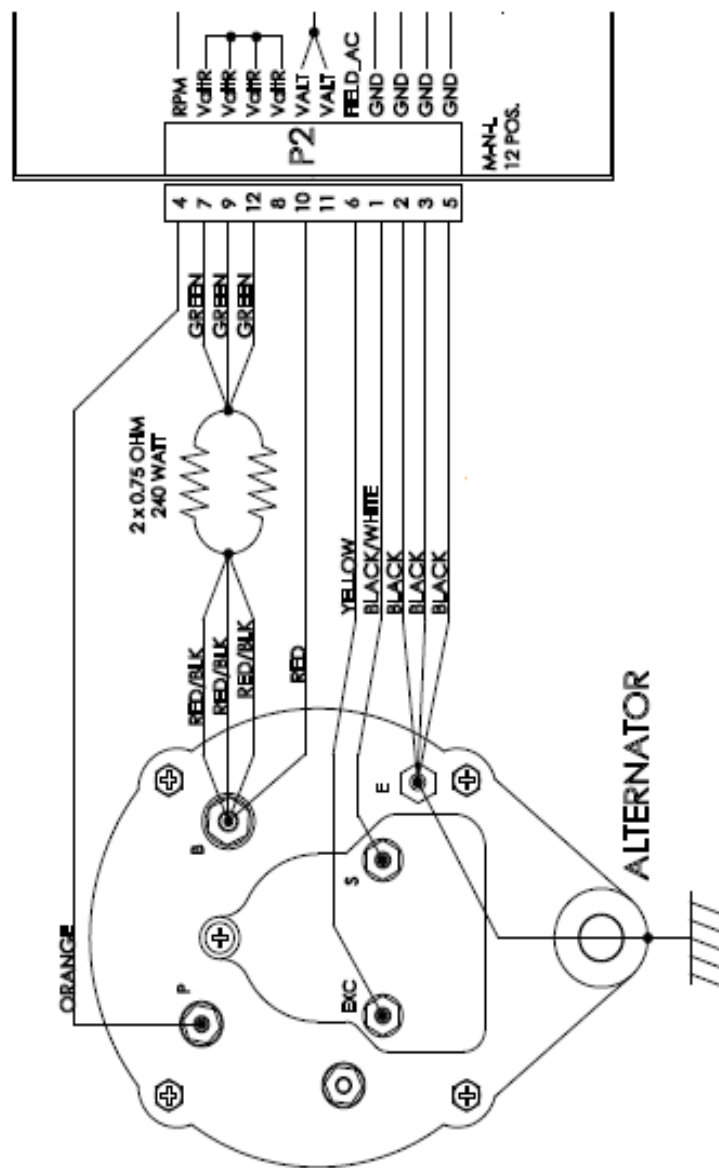


Figura 15: Conexión de alternador

Fuente: Propia

3.6 Desarrollo tarjeta de control:

3.6.1 Detección de movimiento:

La detección de movimiento se da gracias el sensor REED SWITCH que al pasar frente al imán realiza el cambio de contacto; en el momento de la detección en la tarjeta controladora se ingresa una etapa de amplificación de señal.

La amplificación se da por una conexión en cascada de dos transistores 2N3904 que son dos transistores de propósito general NPN y un transistor FET de canal N de código ZVNL110A.

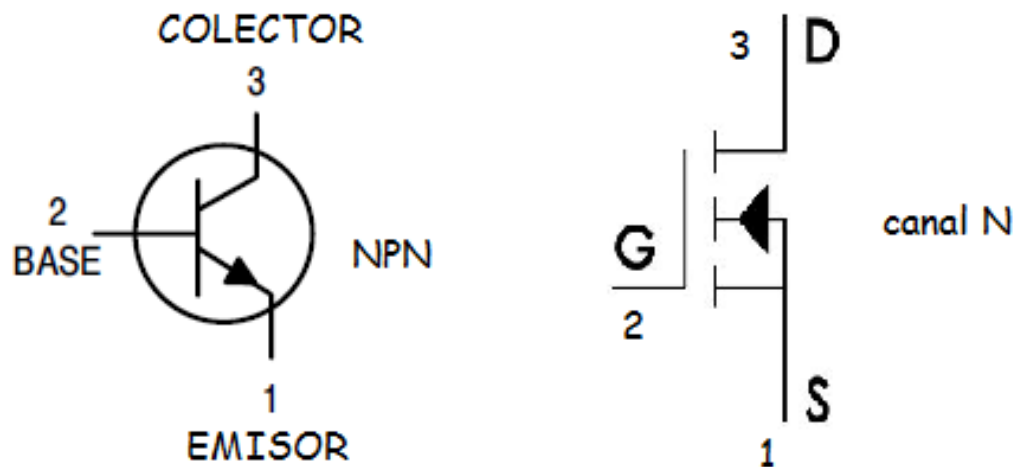


Figura 16: Disposición interna transistores 2N3904 y ZVNL110A

Fuente: (www.alldatasheet.com/ON Semiconductor, 2019)

Esta señal de RPM del Reed Switch es comparada con la señal de RPM del alternador por medio de un Comparador diferencial de código LM393P cuya señal de salida sirve para la activación del relé.

En primera instancia al detectar el movimiento principalmente del RPM del REED Switch siendo alimentado por la batería que luego de que la señal de RPM del alternador es detectada comienza a generar el voltaje del alternador y desactivando automáticamente el voltaje de la batería por ser de menor valor.

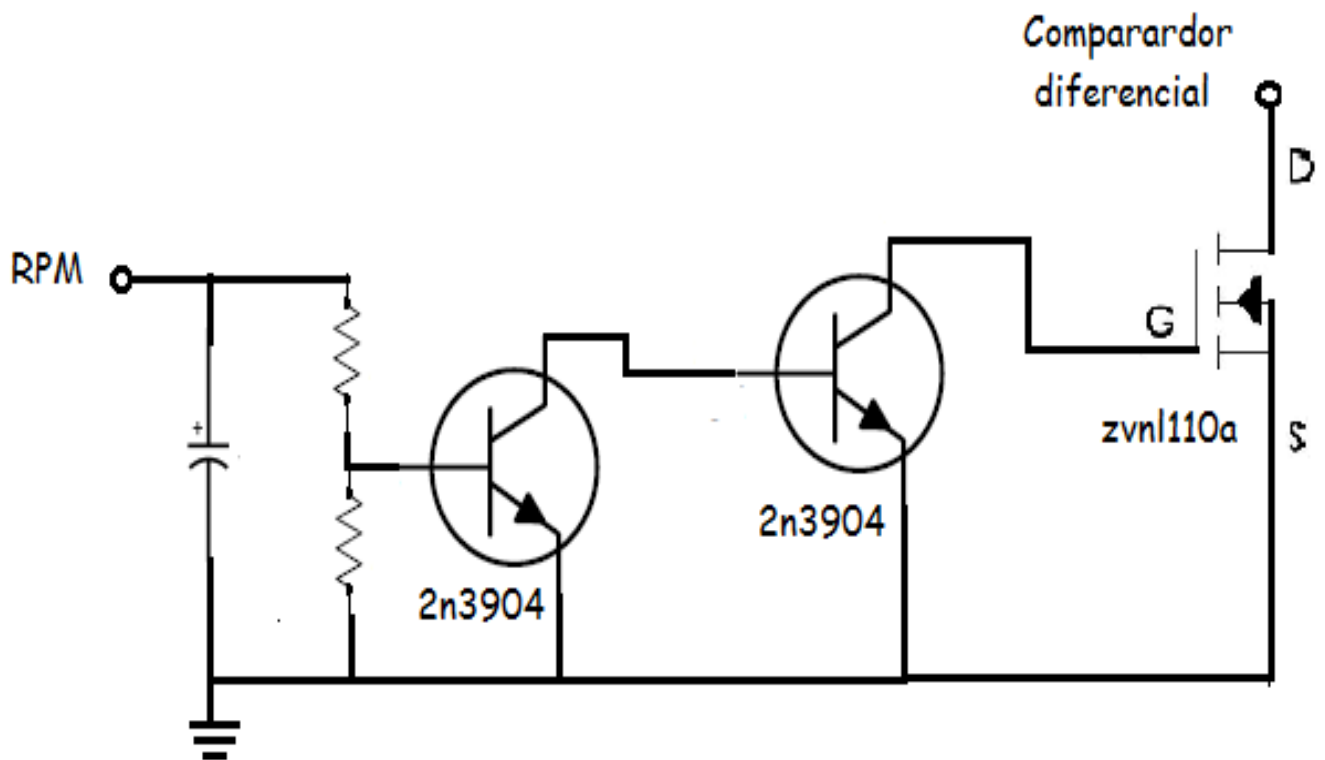


Figura 17: Circuito detección RPM

Fuente: Propia

3.6.2 Excitación de campo:

Al generarse el voltaje de alimentación directamente del alternador se debe mantener excitado el estator del alternador; esta excitación se da con una corriente alta por lo que para esto se utilizó dos transistores PNP Darlington TIP105; la corriente de colector oscilara entre 8 A y llegando hasta un pico máximo de 15 A.

Uno de los transistores es para la excitación del campo y el otro el para el retorno de la corriente del alternador.

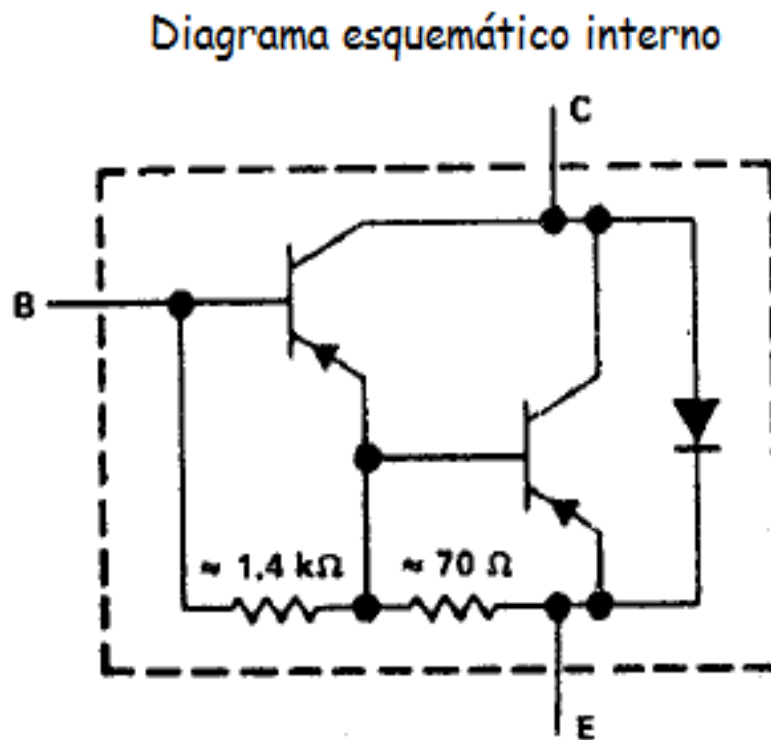


Figura 18: Esquemático transistor TIP105

Fuente: (www.alldatasheet.com/MOSPEC, 2019)

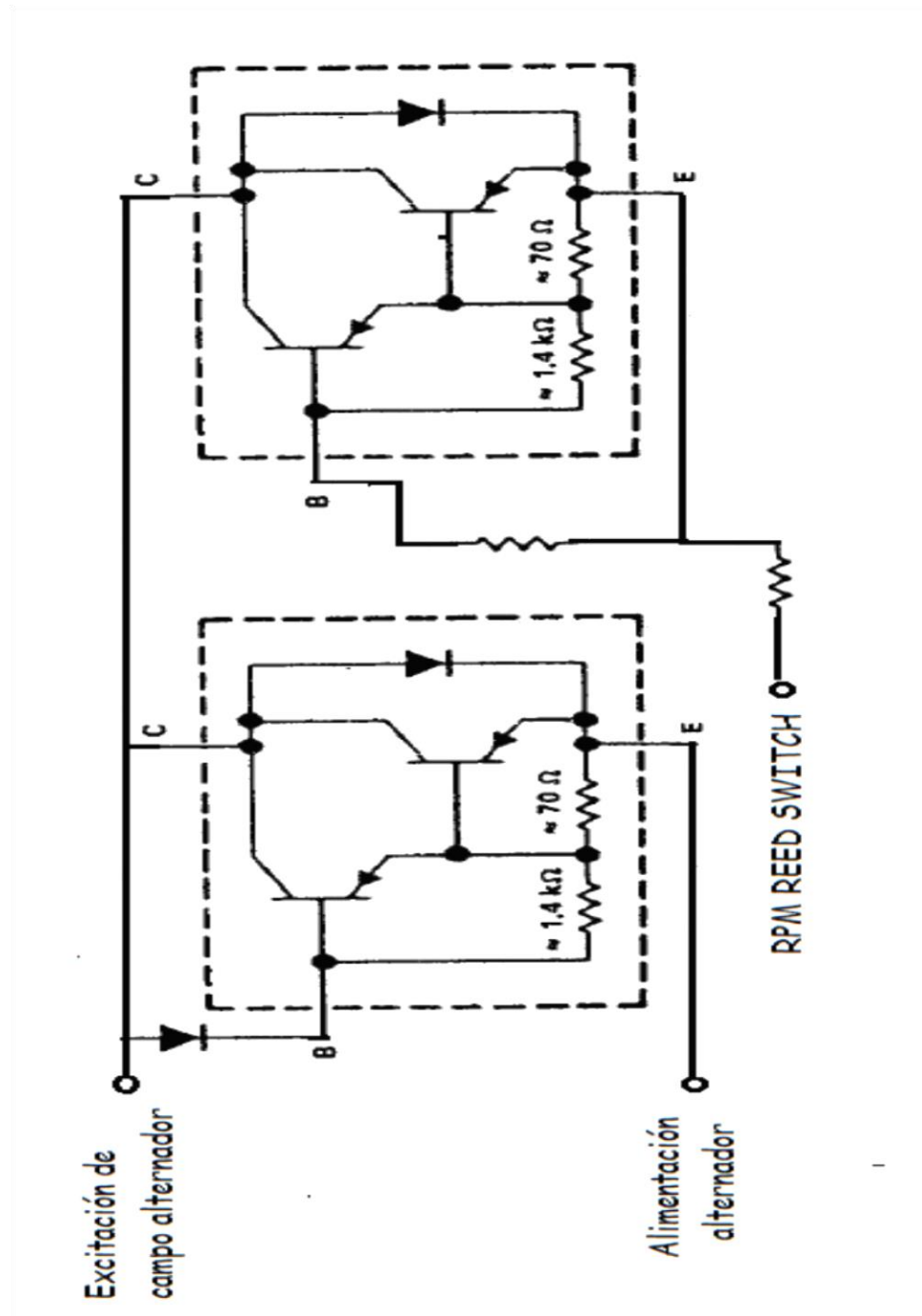


Figura 19: Circuito de excitación de campo

Fuente: Propia

El circuito anterior es el encargado de regular la excitación del campo para que por medio del retorno y de la señal de VSYS enviada desde la consola al circuito que se visualizará, a continuación se muestra el circuito del cambio de resistencia en el alternador controlando la corriente que se genera en el alternador por el movimiento del usuario.

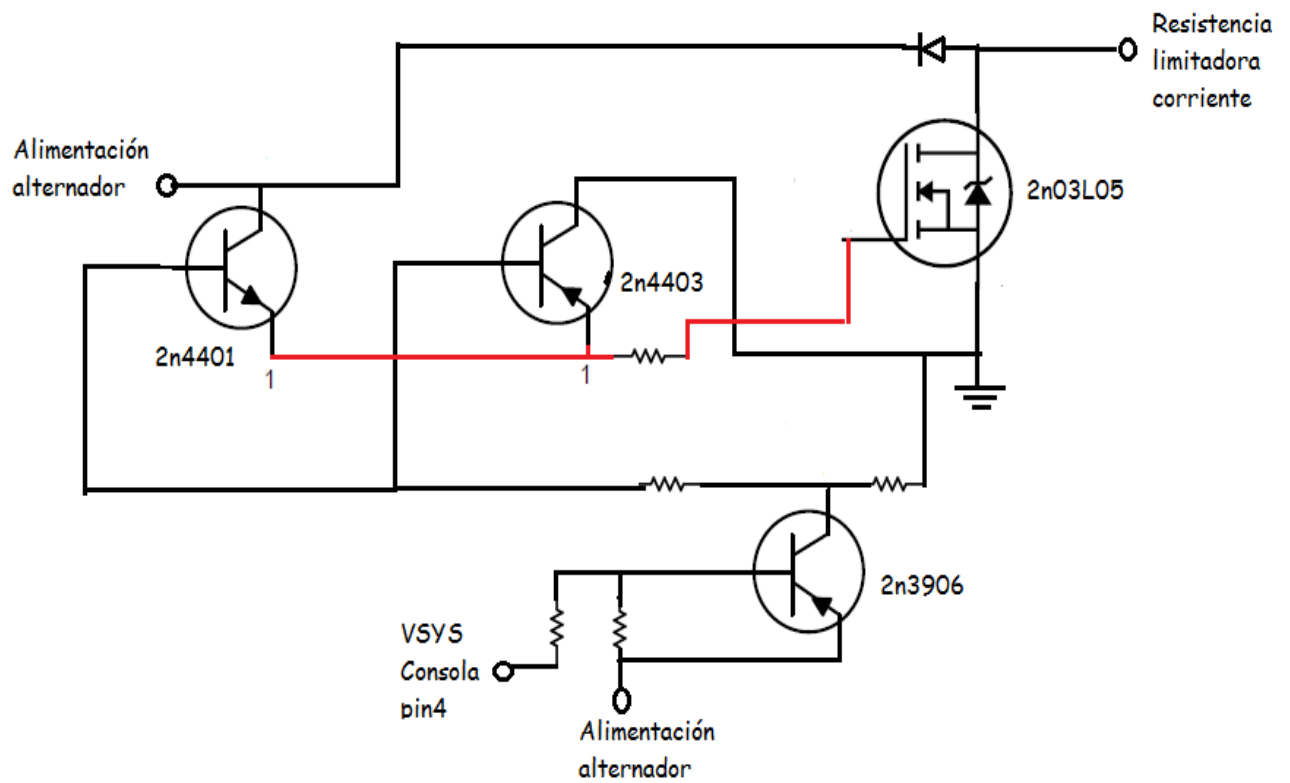


Figura 20: Circuito regulador de nivel

Fuente: Propia

3.6.3 Carga de batería:

Al momento que se deja de utilizar la batería se tiene en la tarjeta controladora un circuito exclusivo para realizar la carga de la misma por medio de un Regulador ajustable LM1086 que ajusta la tensión de salida con dos resistencias externas.

Incluye también un intervalo de banda recortada por un diodo zener, además se puede regular la limitación de corriente y apagado térmico.

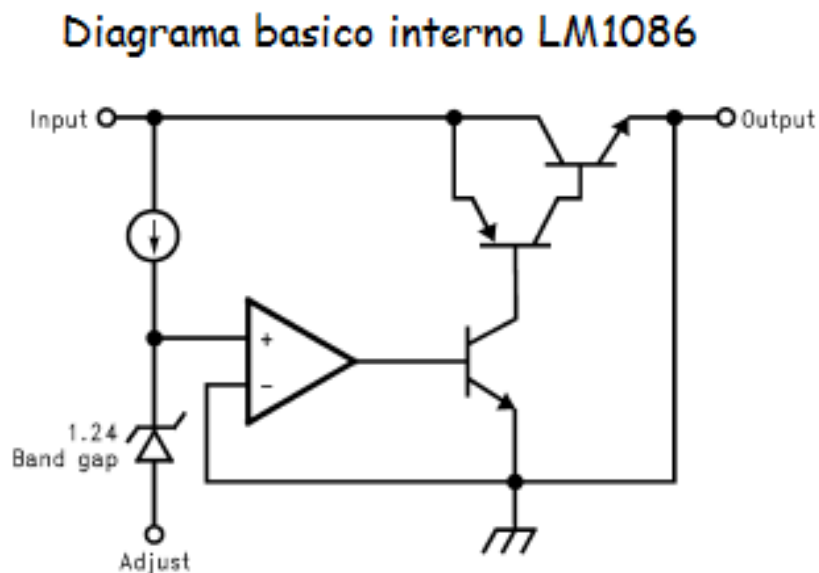
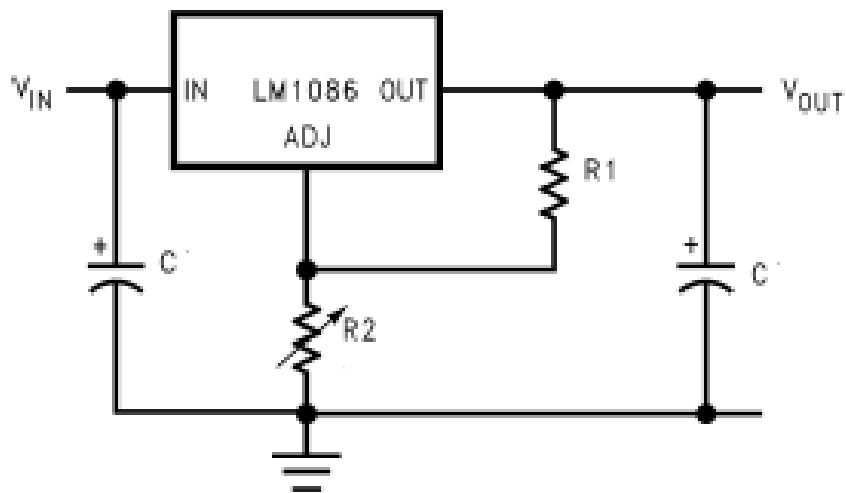


Figura 21: Diagrama interno de regulador LM1086

Fuente: ([www.alldatasheet.com/National Semiconductor Corporation](http://www.alldatasheet.com/National%20Semiconductor%20Corporation), 2019)

El circuito que utilizaremos en la parte de carga de la batería se basa en el circuito de aplicación del regulador LM1086 y siendo el valor de salida hacia la batería una combinación de resistencias que harán calcular y obtener el valor deseado como se muestra en la siguiente figura:



$$V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$$

Regulador Ajustable 1.2V a 15V

Figura 22: Circuito de aplicación LM1086

Fuente: ([www.alldatasheet.com/National Semiconductor Corporation](http://www.alldatasheet.com/National%20Semiconductor%20Corporation), 2019)

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

Para demostrar los resultados de los beneficios ganados con el sistema autogenerado se toma los clientes corporativos con mayor cantidad de máquinas y los cuales renuevan máquinas cada cierto tiempo; es por esto que los clientes seleccionados fueron los siguientes:

- Hotel Sheraton
- Hotel Marriot
- Casino Atlantic City
- Gimnasio Gold Gym San Borja
- Gimnasio Gold Gym Basadre
- Universidad Católica
- Lima Golf
- Hotel Radisson
- Gimnasio Gold Gym Encalada
- Country Club Villa

Estos establecimientos tienen una inversión importante en sus gimnasios por lo que el sistema autogenerado le solucionó problemas presentados con el sistema anterior protegiendo así su inversión.

4.1 Presupuesto:

1. Etapa de generación voltaje					
1.1	Mando	Alternador	1	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
1.2		Resistencia limitadora	2	S/. 50.00	S/. 100.00
1.3		2m cable UTP	2	S/. 1.50	S/. 3.00
1.4		cable AWG 18	1	S/. 2.00	S/. 2.00
2. Etapa de detección movimiento					
2.1		sensor magnético (Reed Switch)	1	S/. 30.00	S/. 30.00
2.2		cable AWG 18	3	S/. 2.00	S/. 6.00
2.3	Cyclon	batería 6v	1	S/. 70.00	S/. 70.00
3. Etapa de control (tarjeta controladora)					
3.1		Resistencias	40	S/. 0.20	S/. 8.00
3.2		Condensadores	17	S/. 1.00	S/. 17.00
3.3		Diodos	11	S/. 1.00	S/. 11.00
3.4	TUV	relé 9v	1	S/. 5.00	S/. 5.00
3.5	FSC	Transistor Darlington PNP TIP105	1	S/. 15.00	S/. 15.00
3.6	Texas	Regulador de voltaje LM1086	1	S/. 10.00	S/. 10.00
3.7	Texas	2N03L05	1	S/. 10.00	S/. 10.00
3.8	Vishay	Diodo MBR1635	1	S/. 10.00	S/. 10.00
3.9	FSC	Transistor 2N3906 PNP	3	S/. 2.00	S/. 6.00
4	FSC	Transistor 2N3904 NPN	3	S/. 2.00	S/. 6.00
4.1	Central	Transistor 2N4403 PNP	1	S/. 2.00	S/. 2.00
4.2	FSC	Transistor 2N4401 NPN	1	S/. 2.00	S/. 2.00
4.3	Texas	Comparador diferencial LM393P	1	S/. 4.00	S/. 4.00
4.4		tarjeta fibra de vidrio doble contacto	1	S/. 80.00	S/. 80.00
4.5		Disipadores	4	S/. 5.00	S/. 20.00

Tabla 3: Presupuesto de materiales utilizados

Fuente: Propia

En el cuadro se detalla los componentes utilizados en el prototipo; cabe resaltar que los implementos utilizados son parte del sistema autogenerado ya que la parte mecánica que

son las poleas, piñón, faja de transmisión, rodajes y partes móviles no ingresan en el presupuesto ya que se utiliza los implementos que ya se tienen del equipo con el anterior sistema

4.2 Valor real de fallas y consumo de energía:

Clientes	Número de elípticas y bicicletas
SHERATON	5
MARRIOT	6
ATLANTIC CITY	4
GOLD GYM BASADRE	10
GOLD GYM SAN BORJA	14
UNIVERSIDAD CATÓLICA	5
LIMA GOLF	15
RADISSON	4
GOLD GYM ENCALADA	8
COUNTRY CLUB VILLA	8

Tabla 4: Clientes y cantidad de equipos

Fuente: Propia.

Notar que el número de máquinas constituye al número de máquinas elípticas y bicicletas estacionarias ya que estos equipos usan el mismo sistema permitiendo un rango mayor de mejora por ser un sistema que se acopla para ambos.

Clientes	Incidentes entre 2012-2015		
	cambio de conectores	cambio de fuente	cambio de tarjeta
	Fuente alimentación externa		
SHERATON	2	5	3
MARRIOT	4	3	3
ATLANTIC CITY	4	1	3
GOLD GYM BASADRE	8	6	5
GOLD GYM SAN BORJA	9	7	5
UNIVERSIDAD CATÓLICA	5	2	2
LIMA GOLF	7	8	4
RADISSON	3	2	2
GOLD GYM ENCALADA	3	3	2
COUNTRY CLUB VILLA	3	4	4
Total	48	41	33

Tabla 5: Reporte de visitas por cambio de repuestos 2012-2015

Fuente: Propia

Como se nota en la Tabla 5 en todos los clientes mencionados notamos una clara tendencia en daños de conectores y fuentes de alimentación además muchas de estas fuentes se cortocircuitaban ocasionando fallas a largo plazo con las tarjetas de control siendo necesario el cambio de estas.

Estas incidencias eran bastante frecuentes con los conectores y fuentes de alimentación debido a que los usuarios los golpeaban o jalaban los cables por más que se tomaban las precauciones del caso por parte de los dueños. Con estas fallas que se presentaban se generaban gatos por repuestos siendo un costo alto para el tiempo que tenían en funcionamiento.

A todo esto se le sumaba las constantes quejas de los usuarios al tener las máquinas inoperativas y en algunos casos razón suficiente para cambiarse de gimnasio por ende lidiar con la pérdida de usuarios, generando mayor pérdida en nuestros clientes.

Clientes	Incidencias entre 2016-2019		
	cambio de conectores	cambio de fuente	cambio de tarjeta
	sistema autogenerado		
SHERATON	-	-	-
MARRIOT	-	-	-
ATLANTIC CITY	-	-	-
GOLD GYM BASADRE	-	-	1
GOLD GYM SAN BORJA	-	-	1
UNIVERSIDAD CATÓLICA	-	-	-
LIMA GOLF	-	-	1
RADISSON	-	-	-
GOLD GYM ENCALADA	-	-	-
COUNTRY CLUB VILLA	-	-	1
Total	0	0	4

Tabla 6: Reporte de visitas por cambio de repuestos 2016-2019

Fuente: Propia

En la tabla 6 se muestran las incidencias por cambio de repuestos luego de la implementación del sistema autogenerado. Con este sistema se eliminó el uso de fuentes de alimentación eliminando por completo las fallas por conectores y fuente; a su vez también se redujo considerablemente las fallas en tarjetas de control y por ende los gastos por cambio de repuestos.

Clientes	Número de elípticas y bicicletas	Consumo	
		Watts por mes	Soles por mes
SHERATON	5	86400	43.2
MARRIOT	6	103680	51.84
ATLANTIC CITY	4	69120	34.56
GOLD GYM BASADRE	10	172800	86.4
GOLD GYM SAN BORJA	14	241920	120.96
UNIVERSIDAD CATÓLICA	5	86400	43.2
LIMA GOLF	15	259200	129.6
RADISSON	4	69120	34.56
GOLD GYM ENCALADA	8	138240	69.12
COUNTRY CLUB VILLA	8	138240	69.12

Tabla 7: Consumo de energía por mes

Fuente: Propia

En la tabla 7 con la implementación del sistema autogenerado también se genera un ahorro de consumo de energía, este ahorro es el consumo que se daba con el anterior sistema.

Se muestra cuanto era el consumo en watts y el costo en soles por cada mes que ahora se convierte en ahorro en el recibo y otro beneficio más para el cliente.

Cientes	Soles por año
SHERATON	518.4
MARRIOT	622.08
ATLANTIC CITY	414.72
GOLD GYM BASADRE	1036.8
GOLD GYM SAN BORJA	1451.52
UNIVERSIDAD CATÓLICA	518.4
LIMA GOLF	1555.2
RADISSON	414.72
GOLD GYM ENCALADA	829.44
COUNTRY CLUB VILLA	829.44

Tabla 8: Consumo anual

Fuente: Propia.

En la tabla 8 se muestra como se da un gran ahorro anual con la implementación del nuevo sistema.

CONCLUSIONES

- Para el encendido del sistema el valor mínimo de batería de ser 5.7v con un valor menor no enciende el equipo por lo que la carga de la batería es importante para el sistema.
- Con el sistema autogenerado logramos determinar el mínimo (50 RPM) de velocidad para el encendido del sistema (como se muestra en los cálculos de torque y velocidad del capítulo 3).
- Se incrementa el tiempo de vida útil del equipo (>5años) ya que con el sistema anterior por las constantes fallas que se presentaban duraban entre 3 y 4 años dependiendo del mantenimiento preventivo.
- Se logra un ahorro de energía eliminando las fuentes de alimentación y se redujo el costo de consumo en la facturación (como se muestra en los resultados del capítulo 4. Tabla 6 y Tabla 7).

- Se logra reducir daños por repuestos y con esto se recuperó el interés de los clientes por el equipo con el nuevo sistema (como se muestra en los resultados del capítulo 4. Tabla 5 y Tabla 6).
- Con esta mejora en el sistema se logra un mayor interés por el mercado de máquinas ya que se dan alternativas para lograr una mejor eficiencia energética.

GLOSARIO

Energía renovable: Energía que utiliza los recursos inagotables de la naturaleza con el fin de generar energía eléctrica.

Ralentí: A revoluciones bajas, lento o con una disminución notable de la intensidad, la actividad o el rendimiento.

Torque: es la simple medida de la fuerza que se necesita aplicarle a una varilla para hacer girar un objeto. La fuerza que se ejerce en el extremo del brazo se mide en newton-metro.

Velocidad angular: es una medida de la velocidad de rotación. Se define como el ángulo girado por una unidad de tiempo y se designa mediante la letra griega ω . Su unidad en el Sistema Internacional es el radián por segundo (rad/s).

Vidrio absorbido: material que permite la absorción del ácido de alta pureza en la batería.

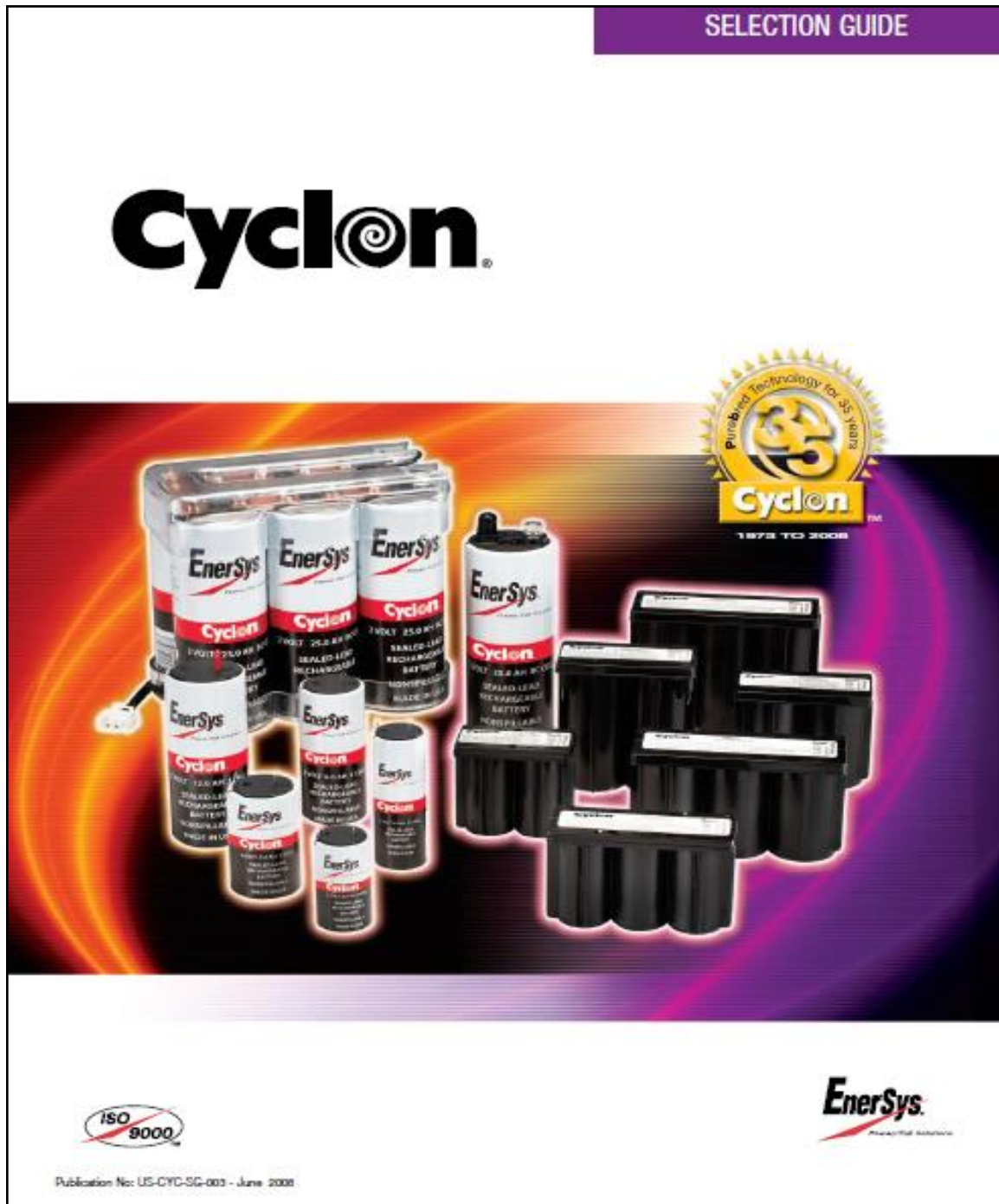
BIBLIOGRAFÍA

- AGUDELO Vélez, F., & GARCÍA Alegrias, A. F. (2016). Sistema de Microgeneración de Energía a través del Ejercicio Humano.
- BRAVO Carrasco, P. (2015). Sistema de Generación de Energía Eléctrica a Partir de Bicicletas Estáticas en un Gimnasio y Viabilidad de Apoyo Fotovoltaico.
- CASTRO Mejía, C., GUERRERO Neyra, N., ORE Chávez, C., & ZELADA Portugal, D.(2018). Gimnasio Ecológico “Ecogym”. UPC Perú
- CAYMANS SEO. Qué es y cómo funciona un alternador. (2017, 8 de octubre). Fecha de consulta: 19:45, junio 18, 2019 desde: <https://caymansseo.com/que-es-como-funciona-un-alternador>.
- ENCENDIDO ELECTRÓNICO. Sistema de carga – Parte 1. (2015, 15 de julio). Fecha de consulta: 23:09, junio 20, 2019 desde <https://encendioelectronico.com/sistemas-carga-alternadores/sistemas-de-carga-parte-1/>
- GARCIA, Carlos- MARIANO, Ruben- GIL, Javier -VAQUERO, Miguel. (2014). Memoria: Estudio de la viabilidad del uso de un motor generador en el desarrollo de bicicletas estáticas. Cataluña, España.
- LA VANGUARDIA (2016), Monográfico especial, Especial eficiencia energética. España
- LORENZO, Georgina (2017), Memoria: Estudio de viabilidad de un gimnasio sostenible. Barcelona, España.

- MANTILLA, C. E. V., SÁNCHEZ, N. J. R., TARAZONA, O. A. T., & GUZMÁN, O. R. V.(2018). Bicicleta estática generadora de energía eléctrica como aprendizaje en el uso eficiente de energía. *Revista Tecnología y Productividad*, 4(4), 61-74.
- NAVARRETE, B. Sistema de carga. (2015, 23 de septiembre). Fecha de consulta: 23:04, junio 20, 2019 desde <https://es.slideshare.net/BrianNavarrete/sistema-de-carga-53129590>
- OSORIO, Jorge (2015), Referenciamiento Internacional para la autogeneración en Colombia.
- ROJAS Porras, B. L. (2019). Evaluación y Viabilidad De Un Proyecto (Gimnasio) En El Distrito De Bellavista–Callao. Univ. Las Américas Perú
- SÁNCHEZ, J. M. M, LONDOÑO, J. C., MONSALVE, D., & MECATRÓNICA, T.(2016). *Diseño e instalación de sistema de generación eléctrica por movimiento circular uniforme* (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología en Mecatrónica).
- SECRETARÍA NACIONAL DE ENERGÍA. (2016), Gaceta Oficial Digital. Panamá. Plan Energético Nacional 2015-2050, lineamientos conceptuales.
- TAPIA Becerra, J. C. (2018). Innovación del diseño de una bicicleta estacionaria como tecnología apropiada para la generación de energía alternativa (Univ. Nacional de Trujillo).
- WIKIPEDIA, *La enciclopedia libre*. Alternador. (2019, 11 de junio). Fecha de consulta: 00:57, junio 19, 2019 desde <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Alternador&oldid=116631804>.

ANEXOS

Anexo 1: Guia Fabricante – Bateria Cyclon 6V





Cyclon

Powerful design

Resealable safety valve

A 50-PSI vent lets gases escape, then automatically reseals, so there's no risk of excessive gas accumulation within the battery, or "dry out" failure from repeated recharges.

Pure lead plates

Made from 99.99% pure lead, CYCLON® battery plates are extremely thin, so they offer more surface area than conventional batteries – and far more power.

AGM plate separator

High-purity acid is absorbed right into the Absorbed Glass Mat (AGM) plate separators, so the CYCLON battery provides leak-proof operation in any position.

Steel can enclosure

The CYCLON battery's metal outer jacket offers extreme shock, vibration, temperature, and flammability protection.



CYCLON® Battery 4V/6V Monobloc performance specifications

4V & 6V Constant current discharge/amps to 1.67Vpc @ 25°C

Products	DURATION									
	5 min	10 min	15 min	30 min	60 min	90 min	5 hr	8 hr	10 hr	20 hr
D cell (2.5Ah)	14.3	8.1	5.9	3.4	1.9	1.4	.48	.32	.26	.13
X cell (5.0Ah)	28.9	18.1	13.5	7.1	4.0	2.8	1.0	.61	.52	.26
E cell (8.0Ah)	41.7	26.4	19.0	11.0	6.2	4.4	1.6	1.0	.81	.42

4V & 6V Constant power discharge/watts per cell to 1.67Vpc @ 25°C

Products	DURATION									
	5 min	10 min	15 min	30 min	60 min	90 min	5 hr	8 hr	10 hr	20 hr
D cell (2.5Ah)	25.3	15.9	11.7	6.8	3.8	2.7	.93	.60	.49	.25
X cell (5.0Ah)	48.8	32.3	24.2	13.8	7.8	5.6	2.0	1.2	1.0	.52
E cell (8.0Ah)	77.8	51.0	35.5	21.1	12.4	8.9	3.1	2.0	1.7	.85

Charging/Temperature/Life

Products	CHARGING PER CELL		TEMPERATURE RANGE		LIFE EXPECTANCY	
	Cyclic	Float	Storage, discharge & charge	Safety pressure relief valve	C/5 Cycle life 100% DOD	Float life at 25°C (20°C)
4V D, X, & E Monobloc	CV 4.90-5.00 CC*	CV 4.54-4.70 CC*	-40°C to +40°C	8 psi	300	Up to 8 yrs (Up to 8 yrs)
6V D, X, & E Monobloc	CV 7.35-7.50 CC*	CV 6.81-7.05 CC*	-40°C to +40°C	8 psi	300	Up to 8 yrs (Up to 8 yrs)

Maximum recommended storage time before recharge - 24 months @ 25°C or 2.0Vpc, whichever is earlier

Atmospheric pressure range - Vacuum to 2 atmospheres

Mounting - Each Monobloc is equipped with mounting holes in the cover. The tightening torque for mounting the Monobloc is 25 in-lbs. When using 4 mounting bolts, small spacers (washers) 1 to 3 mm thick should be placed between the battery and the mounting surface to prevent bowing or stressing the battery case.

*Users planning to use CC should consult the EnerSys® Application Support Department.

UL Recognized Component. Meets UL 1989

Caution: Batteries contain toxic materials (Pb and H₂SO₄) • Avoid short circuit • Do not charge in gas-tight container

Sealed-lead rechargeable battery must be recycled or disposed of properly. Contact EnerSys® Customer Service for details.



CYCLON® Battery 4V/6V Monobloc standard assemblies

CYCLON® Battery 4 Volt Monoblocs

Product Number	Description	Length		Width		Height		Weight	
		in.	mm	in.	mm	in.	mm	lbs.	kg
0819-0010	4V, 2.5Ah Monobloc	3.13	79.5	1.81	46.0	2.75	69.9	.80	.36
0809-0010	4V, 5.0Ah Monobloc	3.80	96.5	2.12	53.8	3.02	76.7	1.62	.74
0859-0010	4V, 8.0Ah Monobloc	3.81	96.8	2.13	54.1	4.00	101.6	2.11	.96



CYCLON® Battery 6 Volt Monoblocs

Product Number	Description	Length		Width		Height		Weight	
		in.	mm	in.	mm	in.	mm	lbs.	kg
0819-0012	6V, 2.5Ah Monobloc	4.48	113.8	1.81	46.0	2.75	69.9	1.15	.52
0809-0012	6V, 5.0Ah Monobloc	5.48	139.2	2.12	53.8	3.02	76.7	2.16	.98
0859-0012	6V, 8.0Ah Monobloc	5.48	139.2	2.13	54.1	4.00	101.6	3.15	1.43



CYCLON® Battery 12 Volt 2x3 Monoblocs

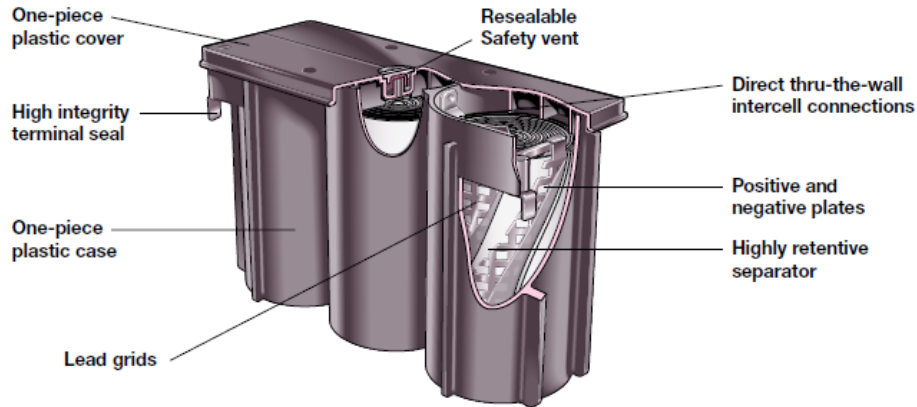
Product Number	Description	Length		Width		Height		Weight	
		in.	mm	in.	mm	in.	mm	lbs.	kg
0819-0030	12V, 2.5Ah, 2x3	4.48	113.8	3.52	89.4	2.77	70.4	2.30	1.04
0809-0030	12V, 5.0Ah, 2x3	5.48	139.2	4.18	106.2	3.04	77.2	4.32	1.96
0859-0030	12V, 8.0Ah, 2x3	5.48	139.2	4.18	106.2	4.02	102.1	6.30	2.86



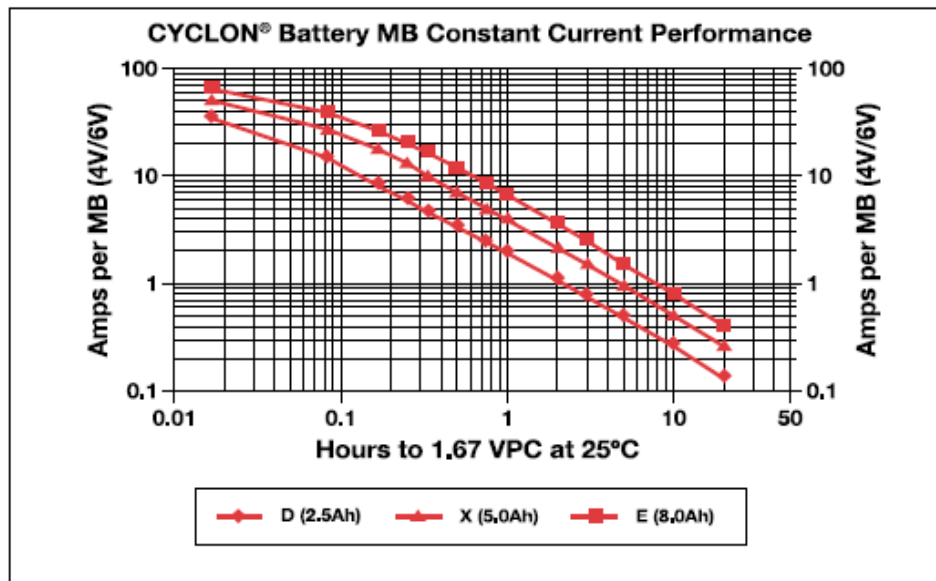
CYCLON® Battery 12 Volt 1x6 Monoblocs

Product Number	Description	Length		Width		Height		Weight	
		in.	mm	in.	mm	in.	mm	lbs.	kg
0819-0016	12V, 2.5Ah, 1x6	8.84	224.5	1.81	46.0	2.77	70.4	2.30	1.04
0809-0016	12V, 5.0Ah, 1x6	10.88	276.4	2.12	53.8	3.04	77.2	4.32	1.96
0859-0016	12V, 8.0Ah, 1x6	10.88	276.4	2.13	54.1	4.02	102.1	6.30	2.86

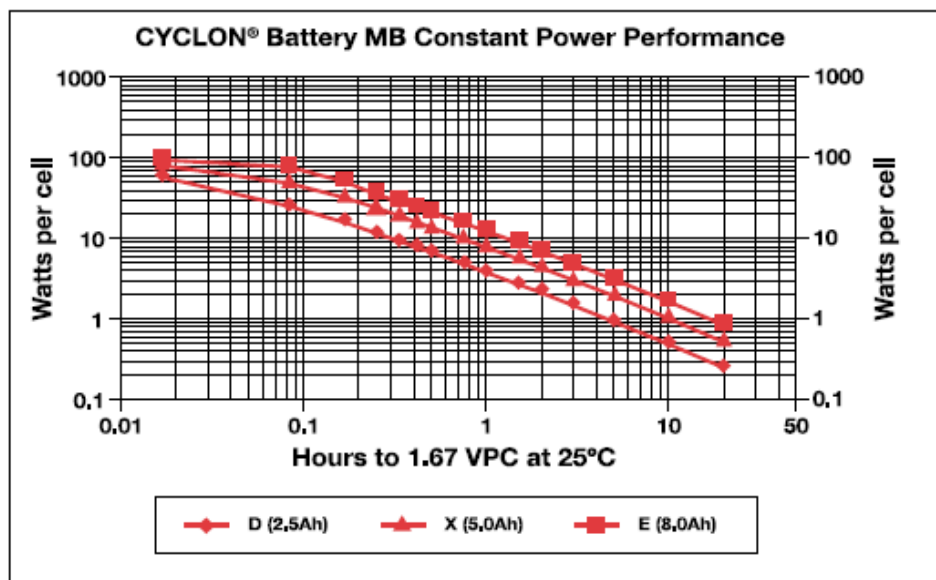
All dimensions, excluding weight, are maximum



4V/6V Monobloc constant current (CC) curves to 1.67Vpc



4V/6V Monobloc constant power (CP) curves to 1.67Vpc





**PLASTIC MEDIUM-POWER
COMPLEMENTARY SILICON TRANSISTORS**

...designed for general-purpose amplifier and low speed switching applications

FEATURES:

- * Collector-Emitter Sustaining Voltage-
 $V_{CE(SUS)} = 60 \text{ V (Min.) - TIP100, TIP105}$
 $= 80 \text{ V (Min.) - TIP101, TIP106}$
 $= 100 \text{ V (Min.) - TIP102, TIP107}$
- * Collector-Emitter Saturation Voltage
 $V_{CE(sat)} = 2.0 \text{ V (Max.) @ } I_C = 3.0 \text{ A}$
- * Monolithic Construction with Built-in Base-Emitter Shunt Resistor

NPN	PNP
TIP100	TIP105
TIP101	TIP106
TIP102	TIP107

**8 AMPERE
DARLINGTON
COMPLEMENTARY SILICON
POWER TRANSISTORS**
60-100 VOLTS
80 WATTS

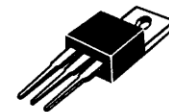
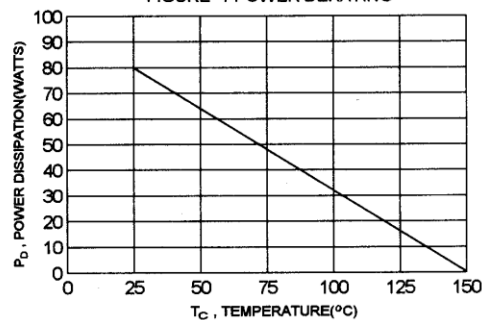
MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	TIP100 TIP105	TIP101 TIP106	TIP102 TIP107	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	60	80	100	V
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	60	80	100	V
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	5.0			V
Collector Current-Continuous -Peak	I_C I_{CM}	8.0 15			A
Base Current	I_B	1.0			A
Total Power Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	80 0.64			W W/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{STG}	- 65 to +150			$^\circ\text{C}$

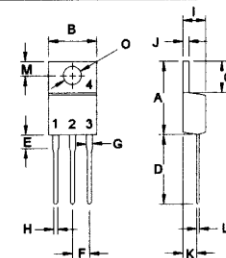
THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance Junction to Case	$R_{\theta jc}$	1.56	$^\circ\text{C/W}$

FIGURE -1 POWER DERATING



TO-220



PIN 1.BASE
2.COLLECTOR
3.EMITTER
4.COLLECTOR(CASE)

DIM	MILLIMETERS	
	MIN	MAX
A	14.68	15.31
B	9.78	10.42
C	5.01	6.52
D	13.06	14.62
E	3.57	4.07
F	2.42	3.66
G	1.12	1.36
H	0.72	0.96
I	4.22	4.98
J	1.14	1.38
K	2.20	2.97
L	0.33	0.55
M	2.48	2.98
O	3.70	3.90

TIP100, TIP101, TIP102 NPN / TIP105, TIP106, TIP107 PNP

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_c = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Collector - Emitter Sustaining Voltage (1) ($I_C = 30\text{ mA}$, $I_B = 0$) TIP100,TIP105 TIP101,TIP106 TIP102,TIP107	$V_{CEO(sus)}$	60 80 100		V
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 30\text{ V}$, $I_B = 0$) ($V_{CE} = 40\text{ V}$, $I_B = 0$) ($V_{CE} = 50\text{ V}$, $I_B = 0$) TIP100,TIP105 TIP101,TIP106 TIP102,TIP107	I_{CEO}		50 50 50	μA
Collector Cutoff Current ($V_{CB} = 60\text{ V}$, $I_E = 0$) ($V_{CB} = 80\text{ V}$, $I_E = 0$) ($V_{CB} = 100\text{ V}$, $I_E = 0$) TIP100,TIP105 TIP101,TIP106 TIP102,TIP107	I_{CBO}		50 50 50	μA
Emitter Cutoff Current ($V_{EB} = 5.0\text{ V}$, $I_C = 0$)	I_{EBO}		8.0	mA

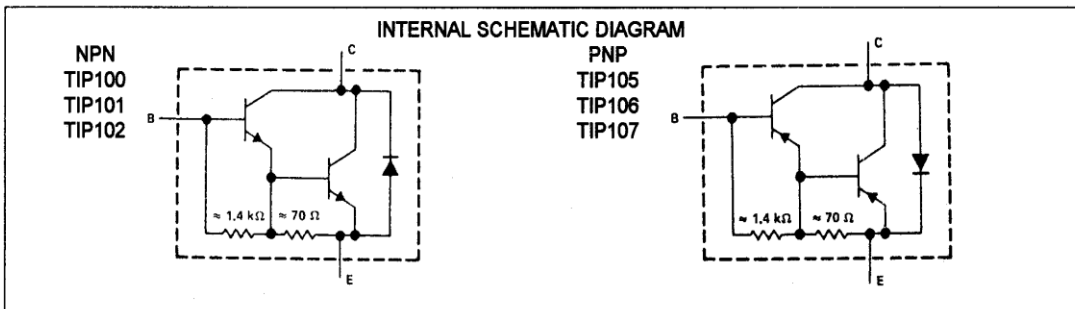
ON CHARACTERISTICS (1)

DC Current Gain ($I_C = 3.0\text{ A}$, $V_{CE} = 4.0\text{ V}$) ($I_C = 8.0\text{ A}$, $V_{CE} = 4.0\text{ V}$)	h_{FE}	1000 200	20000	
Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 3.0\text{ A}$, $I_B = 6.0\text{ mA}$) ($I_C = 8.0\text{ A}$, $I_B = 80\text{ mA}$)	$V_{CE(sat)}$		2.0 2.5	V
Base-Emitter On Voltage ($I_C = 8.0\text{ A}$, $V_{CE} = 4.0\text{ V}$)	$V_{BE(on)}$		2.8	V

DYNAMIC CHARACTERISTICS

Small-Signal Current Gain ($I_C = 3.0\text{ A}$, $V_{CE} = 4.0\text{ V}$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	h_{fe}	4.0		
Output Capacitance ($V_{CB} = 10\text{ V}$, $I_E = 0$, $f = 0.1\text{ MHz}$) TIP100,TIP101,TIP102 TIP105,TIP106,TIP107	C_{ob}		300 250	pF

(1) Pulse Test: Pulse width = 300 μs , Duty Cycle $\leq 2.0\%$



2N3903, 2N3904

2N3903 is a Preferred Device

General Purpose Transistors

NPN Silicon

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	40	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	60	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	6.0	Vdc
Collector Current – Continuous	I_C	200	mA dc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625 5.0	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5 12	Watts mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS (Note 1.)

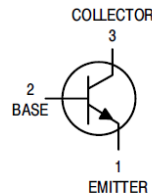
Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	$^\circ\text{C/W}$

1. Indicates Data in addition to JEDEC Requirements.

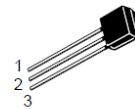


ON Semiconductor™

<http://onsemi.com>

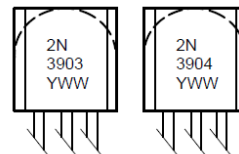


STYLE 1



TO-92
CASE 29
STYLE 1

MARKING DIAGRAMS



Y = Year
WW = Work Week

ORDERING INFORMATION

Device	Package	Shipping
2N3903	TO-92	5000 Units/Box
2N3903RLRM	TO-92	2000/Ammo Pack
2N3904	TO-92	5000 Units/Box
2N3904RLRA	TO-92	2000/Tape & Reel
2N3904RLRE	TO-92	2000/Tape & Reel
2N3904RLRM	TO-92	2000/Ammo Pack
2N3904RLRP	TO-92	2000/Ammo Pack
2N3904RL1	TO-92	2000/Tape & Reel
2N3904ZL1	TO-92	2000/Ammo Pack

Preferred devices are recommended choices for future use and best overall value.

2N3903, 2N3904

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Collector–Emitter Breakdown Voltage (Note 2.) (I _C = 1.0 mA _{dc} , I _B = 0)	V _{(BR)CEO}	40	–	V _{dc}
Collector–Base Breakdown Voltage (I _C = 10 μA _{dc} , I _E = 0)	V _{(BR)CBO}	60	–	V _{dc}
Emitter–Base Breakdown Voltage (I _E = 10 μA _{dc} , I _C = 0)	V _{(BR)EBO}	6.0	–	V _{dc}
Base Cutoff Current (V _{CE} = 30 V _{dc} , V _{EB} = 3.0 V _{dc})	I _{BL}	–	50	nA _{dc}
Collector Cutoff Current (V _{CE} = 30 V _{dc} , V _{EB} = 3.0 V _{dc})	I _{CEX}	–	50	nA _{dc}

ON CHARACTERISTICS

DC Current Gain (Note 2.) (I _C = 0.1 mA _{dc} , V _{CE} = 1.0 V _{dc})	2N3903	h _{FE}	20	–	–
	2N3904		40	–	
(I _C = 1.0 mA _{dc} , V _{CE} = 1.0 V _{dc})	2N3903		35	–	
	2N3904		70	–	
(I _C = 10 mA _{dc} , V _{CE} = 1.0 V _{dc})	2N3903		50	150	
	2N3904		100	300	
(I _C = 50 mA _{dc} , V _{CE} = 1.0 V _{dc})	2N3903		30	–	
	2N3904		60	–	
(I _C = 100 mA _{dc} , V _{CE} = 1.0 V _{dc})	2N3903		15	–	
	2N3904		30	–	
Collector–Emitter Saturation Voltage (Note 2.) (I _C = 10 mA _{dc} , I _B = 1.0 mA _{dc})	V _{CE(sat)}		–	0.2	V _{dc}
(I _C = 50 mA _{dc} , I _B = 5.0 mA _{dc})			–	0.3	
Base–Emitter Saturation Voltage (Note 2.) (I _C = 10 mA _{dc} , I _B = 1.0 mA _{dc})	V _{BE(sat)}		0.65	0.85	V _{dc}
(I _C = 50 mA _{dc} , I _B = 5.0 mA _{dc})			–	0.95	

SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

Current–Gain – Bandwidth Product (I _C = 10 mA _{dc} , V _{CE} = 20 V _{dc} , f = 100 MHz)	2N3903 2N3904	f _T	250 300	– –	MHz
Output Capacitance (V _{CB} = 5.0 V _{dc} , I _E = 0, f = 1.0 MHz)		C _{obo}	–	4.0	pF
Input Capacitance (V _{EB} = 0.5 V _{dc} , I _C = 0, f = 1.0 MHz)		C _{ibo}	–	8.0	pF
Input Impedance (I _C = 1.0 mA _{dc} , V _{CE} = 10 V _{dc} , f = 1.0 kHz)	2N3903 2N3904	h _{ie}	1.0	8.0	k Ω
			1.0	10	
Voltage Feedback Ratio (I _C = 1.0 mA _{dc} , V _{CE} = 10 V _{dc} , f = 1.0 kHz)	2N3903 2N3904	h _{re}	0.1	5.0	X 10 ^{–4}
			0.5	8.0	
Small–Signal Current Gain (I _C = 1.0 mA _{dc} , V _{CE} = 10 V _{dc} , f = 1.0 kHz)	2N3903 2N3904	h _{fe}	50	200	–
			100	400	
Output Admittance (I _C = 1.0 mA _{dc} , V _{CE} = 10 V _{dc} , f = 1.0 kHz)		h _{oe}	1.0	40	μmhos
Noise Figure (I _C = 100 μA _{dc} , V _{CE} = 5.0 V _{dc} , R _S = 1.0 k Ω, f = 1.0 kHz)	2N3903 2N3904	NF	–	6.0 5.0	dB

SWITCHING CHARACTERISTICS

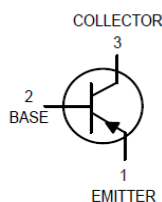
Delay Time	(V _{CC} = 3.0 V _{dc} , V _{BE} = 0.5 V _{dc} , I _C = 10 mA _{dc} , I _{B1} = 1.0 mA _{dc})	t _d	–	35	ns
Rise Time		t _r	–	35	ns
Storage Time	(V _{CC} = 3.0 V _{dc} , I _C = 10 mA _{dc} , I _{B1} = I _{B2} = 1.0 mA _{dc})	t _s	–	175 200	ns
Fall Time			–	50	

2. Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 μs; Duty Cycle ≤ 2%.

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by 2N3905/D

General Purpose Transistors



MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	40	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CB0}	40	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EB0}	5.0	Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	200	mA dc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625 5.0	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Power Dissipation @ $T_A = 60^\circ\text{C}$	P_D	250	mW
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5 12	Watts mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	–55 to +150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS(1)

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	°C/W

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Collector–Emitter Breakdown Voltage (2) ($I_C = 1.0 \text{ mA}$, $I_B = 0$)	$V_{(BR)CEO}$	40	—	Vdc
Collector–Base Breakdown Voltage ($I_C = 10 \text{ }\mu\text{A}$, $I_E = 0$)	$V_{(BR)CBO}$	40	—	Vdc
Emitter–Base Breakdown Voltage ($I_E = 10 \text{ }\mu\text{A}$, $I_C = 0$)	$V_{(BR)EBO}$	5.0	—	Vdc
Base Cutoff Current ($V_{CE} = 30 \text{ Vdc}$, $V_{EB} = 3.0 \text{ Vdc}$)	I_{BL}	—	50	nAdc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 30 \text{ Vdc}$, $V_{EB} = 3.0 \text{ Vdc}$)	I_{CEX}	—	50	nAdc

1. Indicates Data in addition to JEDEC Requirements.
2. Pulse Test; Pulse Width $\leq 300 \mu\text{s}$; Duty Cycle $\leq 2.0\%$.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

REV 2

**MOTOROLA**

2N3905
2N3906*

*Motorola Preferred Device



CASE 29-04, STYLE 1
TO-92 (TO-226AA)

2N3905 2N3906**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic		Symbol	Min	Max	Unit
ON CHARACTERISTICS(1)					
DC Current Gain ($I_C = 0.1\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)	2N3905	h_{FE}	30	—	—
	2N3906		60	—	
	2N3905		40	—	
	2N3906		80	—	
	2N3905		50	150	
	2N3906		100	300	
($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)	2N3905		30	—	
	2N3906		60	—	
($I_C = 10\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)	2N3905		15	—	
	2N3906		30	—	
Collector–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10\text{ mAdc}$, $I_B = 1.0\text{ mAdc}$) ($I_C = 50\text{ mAdc}$, $I_B = 5.0\text{ mAdc}$)		$V_{CE(sat)}$	— —	0.25 0.4	Vdc
Base–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10\text{ mAdc}$, $I_B = 1.0\text{ mAdc}$) ($I_C = 50\text{ mAdc}$, $I_B = 5.0\text{ mAdc}$)		$V_{BE(sat)}$	0.65 —	0.85 0.95	Vdc

SMALL–SIGNAL CHARACTERISTICS

Current–Gain — Bandwidth Product ($I_C = 10\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 20\text{ Vdc}$, $f = 100\text{ MHz}$)		f_T	200 250	— —	MHz
Output Capacitance ($V_{CB} = 5.0\text{ Vdc}$, $I_E = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)		C_{obo}	—	4.5	pF
Input Capacitance ($V_{EB} = 0.5\text{ Vdc}$, $I_C = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)		C_{ibo}	—	10.0	pF
Input Impedance ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)		h_{ie}	0.5 2.0	8.0 12	k Ω
Voltage Feedback Ratio ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)		h_{re}	0.1 0.1	5.0 10	$\times 10^{-4}$
Small–Signal Current Gain ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)		h_{fe}	50 100	200 400	—
Output Admittance ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)		h_{oe}	1.0 3.0	40 60	μmhos
Noise Figure ($I_C = 100\text{ }\mu\text{Adc}$, $V_{CE} = 5.0\text{ Vdc}$, $R_S = 1.0\text{ k }\Omega$, $f = 1.0\text{ kHz}$)		NF	— —	5.0 4.0	dB

SWITCHING CHARACTERISTICS

Delay Time	($V_{CC} = 3.0\text{ Vdc}$, $V_{BE} = 0.5\text{ Vdc}$, $I_C = 10\text{ mAdc}$, $I_{B1} = 1.0\text{ mAdc}$)	t_d	—	35	ns
Rise Time		t_r	—	35	ns
Storage Time	($V_{CC} = 3.0\text{ Vdc}$, $I_C = 10\text{ mAdc}$, $I_{B1} = I_{B2} = 1.0\text{ mAdc}$)	t_s	— —	200 225	ns
Fall Time		t_f	— —	60 75	ns

1. Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$; Duty Cycle $\leq 2.0\%$.

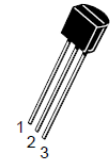
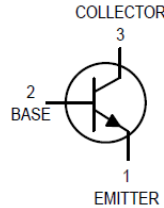
MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by 2N4400/D

General Purpose Transistors
NPN Silicon

2N4400
2N4401*

*Motorola Preferred Device



CASE 29-04, STYLE 1
TO-92 (TO-226AA)

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	40	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	60	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EBO}	6.0	Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	600	mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625 5.0	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5 12	Watts mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	–55 to +150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	$^\circ\text{C/W}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Collector–Emitter Breakdown Voltage ⁽¹⁾ ($I_C = 1.0 \text{ mAdc}$, $I_B = 0$)	$V_{(BR)CEO}$	40	—	Vdc
Collector–Base Breakdown Voltage ($I_C = 0.1 \text{ mAdc}$, $I_E = 0$)	$V_{(BR)CBO}$	60	—	Vdc
Emitter–Base Breakdown Voltage ($I_E = 0.1 \text{ mAdc}$, $I_C = 0$)	$V_{(BR)EBO}$	6.0	—	Vdc
Base Cutoff Current ($V_{CE} = 35 \text{ Vdc}$, $V_{EB} = 0.4 \text{ Vdc}$)	I_{BEV}	—	0.1	μAdc
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 35 \text{ Vdc}$, $V_{EB} = 0.4 \text{ Vdc}$)	I_{CEX}	—	0.1	μAdc

1. Pulse Test: Pulse Width $\leq 300 \mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2.0\%$.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

2N4400 2N4401

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
ON CHARACTERISTICS(1)				
DC Current Gain (I _C = 0.1 mA, V _{CE} = 1.0 Vdc)	h _{FE}	20	—	—
(I _C = 1.0 mA, V _{CE} = 1.0 Vdc)		20	—	—
(I _C = 10 mA, V _{CE} = 1.0 Vdc)		40	—	—
(I _C = 150 mA, V _{CE} = 1.0 Vdc)		50	150	—
(I _C = 500 mA, V _{CE} = 2.0 Vdc)		20	—	—
Collector–Emitter Saturation Voltage (I _C = 150 mA, I _B = 15 mA) (I _C = 500 mA, I _B = 50 mA)	V _{CE(sat)}	—	0.4 0.75	Vdc
Base–Emitter Saturation Voltage (I _C = 150 mA, I _B = 15 mA) (I _C = 500 mA, I _B = 50 mA)	V _{BE(sat)}	0.75	0.95 1.2	Vdc

SMALL–SIGNAL CHARACTERISTICS

Current–Gain — Bandwidth Product (I _C = 20 mA, V _{CE} = 10 Vdc, f = 100 MHz)	f _T	200 250	—	MHz
Collector–Base Capacitance (V _{CB} = 5.0 Vdc, I _E = 0, f = 1.0 MHz)	C _{cb}	—	6.5	pF
Emitter–Base Capacitance (V _{EB} = 0.5 Vdc, I _C = 0, f = 1.0 MHz)	C _{eb}	—	30	pF
Input Impedance (I _C = 1.0 mA, V _{CE} = 10 Vdc, f = 1.0 kHz)	h _{ie}	0.5 1.0	7.5 15	k ohms
Voltage Feedback Ratio (I _C = 1.0 mA, V _{CE} = 10 Vdc, f = 1.0 kHz)	h _{re}	0.1	8.0	X 10 ^{–4}
Small–Signal Current Gain (I _C = 1.0 mA, V _{CE} = 10 Vdc, f = 1.0 kHz)	h _{fe}	20 40	250 500	—
Output Admittance (I _C = 1.0 mA, V _{CE} = 10 Vdc, f = 1.0 kHz)	h _{oe}	1.0	30	μmhos

SWITCHING CHARACTERISTICS

Delay Time	(V _{CC} = 30 Vdc, V _{BE} = 2.0 Vdc, I _C = 150 mA, I _{B1} = 15 mA)	t _d	—	15	ns
Rise Time		t _r	—	20	ns
Storage Time	(V _{CC} = 30 Vdc, I _C = 150 mA, I _{B1} = I _{B2} = 15 mA)	t _s	—	225	ns
Fall Time		t _f	—	30	ns

1. Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 μs, Duty Cycle ≤ 2.0%.

SWITCHING TIME EQUIVALENT TEST CIRCUITS

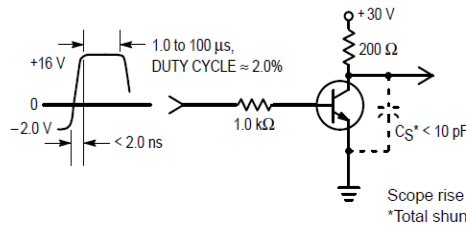


Figure 1. Turn–On Time

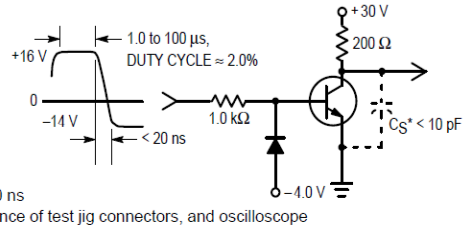


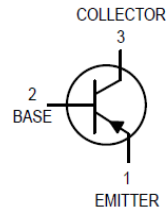
Figure 2. Turn–Off Time

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

 Order this document
 by 2N4402/D

General Purpose Transistors
PNP Silicon
2N4402
2N4403*

*Motorola Preferred Device


 CASE 29-04, STYLE 1
 TO-92 (TO-226AA)
MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Collector–Emitter Voltage	V_{CEO}	40	Vdc
Collector–Base Voltage	V_{CBO}	40	Vdc
Emitter–Base Voltage	V_{EBO}	5.0	Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	600	mA dc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625 5.0	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5 12	Watt mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	–55 to +150	$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	$^\circ\text{C/W}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
OFF CHARACTERISTICS				
Collector–Emitter Breakdown Voltage ⁽¹⁾ ($I_C = 1.0 \text{ mA dc}, I_B = 0$)	$V_{(BR)CEO}$	40	—	Vdc
Collector–Base Breakdown Voltage ($I_C = 0.1 \text{ mA dc}, I_E = 0$)	$V_{(BR)CBO}$	40	—	Vdc
Emitter–Base Breakdown Voltage ($I_E = 0.1 \text{ mA dc}, I_C = 0$)	$V_{(BR)EBO}$	5.0	—	Vdc
Base Cutoff Current ($V_{CE} = 35 \text{ Vdc}, V_{EB} = 0.4 \text{ Vdc}$)	I_{BEV}	—	0.1	$\mu\text{A dc}$
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 35 \text{ Vdc}, V_{EB} = 0.4 \text{ Vdc}$)	I_{CEX}	—	0.1	$\mu\text{A dc}$

 1. Pulse Test: Pulse Width $\leq 300 \mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2.0\%$.

Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

2N4402 2N4403**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted) (Continued)

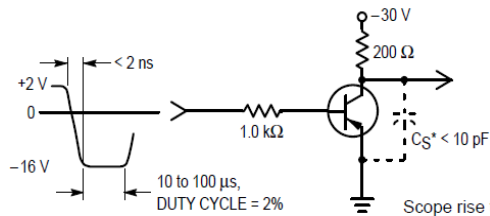
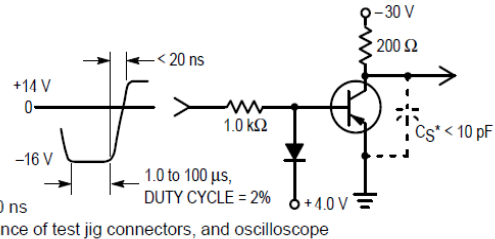
Characteristic	Symbol	Min	Max	Unit
ON CHARACTERISTICS				
DC Current Gain ($I_C = 0.1\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)	h_{FE}	30	—	—
($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)		30	—	—
		60	—	—
($I_C = 10\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 1.0\text{ Vdc}$)		50	—	—
		100	—	—
($I_C = 150\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 2.0\text{ Vdc}$)(1)	h_{FE}	50	150	—
		100	300	—
($I_C = 500\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 2.0\text{ Vdc}$)(1)	Both	20	—	—
Collector–Emitter Saturation Voltage(1) ($I_C = 150\text{ mAdc}$, $I_B = 15\text{ mAdc}$) ($I_C = 500\text{ mAdc}$, $I_B = 50\text{ mAdc}$)	$V_{CE(sat)}$	—	0.4 0.75	Vdc
Base–Emitter Saturation Voltage(1) ($I_C = 150\text{ mAdc}$, $I_B = 15\text{ mAdc}$) ($I_C = 500\text{ mAdc}$, $I_B = 50\text{ mAdc}$)	$V_{BE(sat)}$	0.75 —	0.95 1.3	Vdc

SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS

Current–Gain — Bandwidth Product ($I_C = 20\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 100\text{ MHz}$)	f_T	150	—	MHz
		200	—	—
Collector–Base Capacitance ($V_{CB} = 10\text{ Vdc}$, $I_E = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	C_{cb}	—	8.5	pF
Emitter–Base Capacitance ($V_{EB} = 0.5\text{ Vdc}$, $I_C = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	C_{eb}	—	30	pF
Input Impedance ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{ie}	750	7.5 k	ohms
		1.5 k	15 k	—
Voltage Feedback Ratio ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{re}	0.1	8.0	$\times 10^{-4}$
Small–Signal Current Gain ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{fe}	30	250	—
		60	500	—
Output Admittance ($I_C = 1.0\text{ mAdc}$, $V_{CE} = 10\text{ Vdc}$, $f = 1.0\text{ kHz}$)	h_{oe}	1.0	100	μmhos

SWITCHING CHARACTERISTICS

Delay Time	$(V_{CC} = 30\text{ Vdc}$, $V_{BE} = +2.0\text{ Vdc}$, $I_C = 150\text{ mAdc}$, $I_{B1} = 15\text{ mAdc}$)	t_d	—	15	ns
Rise Time		t_r	—	20	ns
Storage Time	$(V_{CC} = 30\text{ Vdc}$, $I_C = 150\text{ mAdc}$, $I_{B1} = 15\text{ mA}$, $I_{B2} = 15\text{ mA}$)	t_s	—	225	ns
Fall Time		t_f	—	30	ns

1. Pulse Test: Pulse Width $\leq 300\text{ }\mu\text{s}$, Duty Cycle $\leq 2.0\%$.**SWITCHING TIME EQUIVALENT TEST CIRCUIT****Figure 1. Turn–On Time****Figure 2. Turn–Off Time**

Philips Semiconductors

Product specification

P-channel enhancement mode vertical D-MOS transistor

BS250

DESCRIPTION

P-channel enhancement mode vertical D-MOS transistor in TO-92 variant envelope and intended for use in relay, high-speed and line-transformer drivers.

FEATURES

- Low $R_{DS(on)}$
- Direct interface to C-MOS
- High-speed switching
- No second breakdown

QUICK REFERENCE DATA

Drain-source voltage	$-V_{DS}$	max.	45 V
Gate-source voltage (open drain)	$\pm V_{GSO}$	max.	20 V
Drain current (DC)	$-I_D$	max.	0.25 A
Total power dissipation up to $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	P_{tot}	max.	0.83 W
Drain-source ON-resistance $-I_D = 200\text{ mA}; -V_{GS} = 10\text{ V}$	$R_{DS(on)}$	typ. max.	9 Ω 14 Ω
Transfer admittance $-I_D = 200\text{ mA}; -V_{DS} = 15\text{ V}$	$ Y_{fs} $	typ.	125 mS

PINNING - TO-92 VARIANT

1 = source
2 = gate
3 = drain

PIN CONFIGURATION

Note: Various pinout configurations available.

Fig.1 Simplified outline and symbol.

P-channel enhancement mode vertical D-MOS transistor

BS250

RATINGS

Limiting values in accordance with the Absolute Maximum System (IEC 134)

Drain-source voltage	$-V_{DS}$	max.	45 V
Gate-source voltage (open drain)	$\pm V_{GSO}$	max.	20 V
Drain current (DC)	$-I_D$	max.	0.25 A
Drain current (peak value)	$-I_{DM}$	max.	0.5 A
Total power dissipation up to $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ (note 1)	P_{tot}	max.	0.83 W
Storage temperature range	T_{stg}		-65 to $+150\text{ }^{\circ}\text{C}$
Junction temperature	T_j	max.	150 $^{\circ}\text{C}$

THERMAL RESISTANCE

From junction to ambient (note 1)	$R_{th\ j-a}$	=	150 K/W
-----------------------------------	---------------	---	---------

Note

1. Transistor mounted on printed-circuit board, max. lead length 4 mm.

CHARACTERISTICS

 $T_j = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ unless otherwise specified

Drain-source breakdown voltage				
$-I_D = 100\text{ }\mu\text{A}; V_{GS} = 0$	$-V_{(BR)DSS}$	min.	45	V
Drain-source leakage current				
$-V_{DS} = 25\text{ V}; V_{GS} = 0$	$-I_{DSS}$	max.	0.5	μA
Gate-source leakage current				
$-V_{GS} = 15\text{ V}; V_{DS} = 0$	$-I_{GSS}$	max.	20	nA
Gate threshold voltage				
$-I_D = 1\text{ mA}; V_{DS} = V_{GS}$	$-V_{GS(th)}$	min.	1.0	V
		max.	3.5	V
Drain-source ON-resistance				
$-I_D = 200\text{ mA}; -V_{GS} = 10\text{ V}$	$R_{DS(on)}$	typ.	9	Ω
		max.	14	Ω
Transfer admittance				
$-I_D = 200\text{ mA}; -V_{DS} = 15\text{ V}$	$ Y_{fs} $	typ.	125	mS
Input capacitance at $f = 1\text{ MHz}$				
$-V_{DS} = 10\text{ V}; V_{GS} = 0$	C_{iss}	typ.	30	pF
		max.	45	pF
Output capacitance at $f = 1\text{ MHz}$				
$-V_{DS} = 10\text{ V}; V_{GS} = 0$	C_{oss}	typ.	20	pF
		max.	30	pF
Feedback capacitance at $f = 1\text{ MHz}$				
$-V_{DS} = 10\text{ V}; V_{GS} = 0$	C_{rss}	typ.	5	pF
		max.	10	pF



LM193, LM293, LM293A, LM393, LM393A, LM2903, LM2903V

SLCS005Y – OCTOBER 1979 – REVISED JUNE 2015

LMx93, LM2903 Dual Differential Comparators

1 Features

- Single-Supply or Dual Supplies
- Wide Range of Supply Voltage
 - Maximum Rating: 2 V to 36 V
 - Tested to 30 V: Non-V Devices
 - Tested to 32 V: V-Suffix Devices
- Low Supply-Current Drain Independent of Supply Voltage: 0.4 mA (Typical) Per Comparator
- Low Input Bias Current: 25 nA (Typical)
- Low Input Offset Current: 3 nA (Typical) (LM139)
- Low Input Offset Voltage: 2 mV (Typical)
- Common-Mode Input Voltage Range Includes Ground
- Differential Input Voltage Range Equal to Maximum-Rated Supply Voltage: ± 36 V
- Low Output Saturation Voltage
- Output Compatible With TTL, MOS, and CMOS
- On Products Compliant to MIL-PRF-38535, All Parameters Are Tested Unless Otherwise Noted. On All Other Products, Production Processing Does Not Necessarily Include Testing of All Parameters.

2 Applications

- Chemical or Gas Sensor
- Desktop PC
- Motor Control: AC Induction
- Weigh Scale

3 Description

These devices consist of two independent voltage comparators that are designed to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from dual supplies also is possible as long as the difference between the two supplies is 2 V to 36 V, and V_{CC} is at least 1.5 V more positive than the input common-mode voltage. Current drain is independent of the supply voltage. The outputs can be connected to other open-collector outputs to achieve wired-AND relationships.

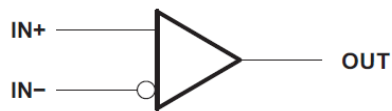
The LM193 device is characterized for operation from -55°C to 125°C . The LM293 and LM293A devices are characterized for operation from -25°C to 85°C . The LM393 and LM393A devices are characterized for operation from 0°C to 70°C . The LM2903 device is characterized for operation from -40°C to 125°C .

Device Information⁽¹⁾

PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM193D, LM293D, LM293AD, LM393D, LM393AD, LM2903D	SOIC (8)	4.90 mm x 6.00 mm
LM293DGK, LM293ADGK, LM393DGK, LM393ADGK, LM2903DGK	VSSOP (8)	3.00 mm x 5.00 mm
LM293P, LM393P, LM393AP, LM2903P	PDIP (8)	9.50 mm x 6.30 mm
LM393PS, LM393APS, LM2903PS	SO (8)	6.20 mm x 7.90 mm
LM393PW, LM393APW, LM2903PW	TSSOP (8)	6.40 mm x 3.00 mm
LM193JG	GDIP (8)	10.00 mm x 7.00 mm
LM193FK	CQCC (8)	9.00 mm x 9.00 mm

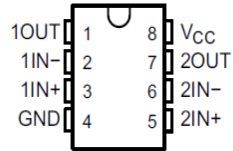
(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Simplified Schematic

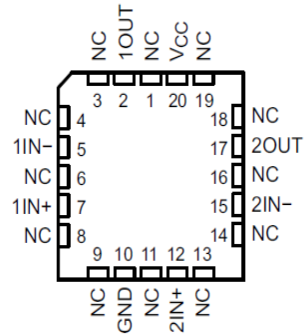


5 Pin Configuration and Functions

D, DGK, JG, P, PS, or PW
8-Pin SOIC, VSSOP, GDIP, PDIP, SO, or TSSOP
Top View



FK Package
20-Pin CQCC
Top View



NC – No internal connection

Pin Functions

NAME	PIN		I/O	DESCRIPTION
	SOIC, VSSOP, GDIP, PDIP, SO, or TSSOP	LCCC		
1OUT	1	2	Output	Output pin of comparator 1
1IN-	2	5	Input	Negative input pin of comparator 1
1IN+	3	7	Input	Positive input pin of comparator 1
GND	4	10	Input	Ground
2IN+	5	12	Input	Positive input pin of comparator 2
2IN-	6	15	Input	Negative input pin of comparator 2
2OUT	7	17	Output	Output pin of comparator 2
V _{CC}	8	20	Input	Supply Pin
NC	—	1	N/A	No Connect (No Internal Connection)
		3		
		4		
		6		
		8		
		9		
		11		
		13		
		14		
		16		
		18		
		19		



June 2005

LM1086

1.5A Low Dropout Positive Regulators

General Description

The LM1086 is a series of low dropout positive voltage regulators with a maximum dropout of 1.5V at 1.5A of load current. It has the same pin-out as National Semiconductor's industry standard LM317.

The LM1086 is available in an adjustable version, which can set the output voltage with only two external resistors. It is also available in six fixed voltages: 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.3V, 3.45V and 5.0V. The fixed versions integrate the adjust resistors.

The LM1086 circuit includes a zener trimmed bandgap reference, current limiting and thermal shutdown.

The LM1086 series is available in TO-220, TO-263, and LLP packages. Refer to the LM1084 for the 5A version, and the LM1085 for the 3A version.

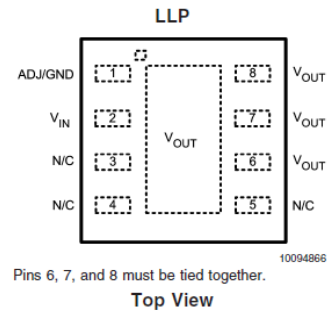
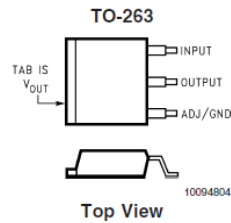
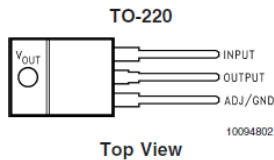
Features

- Available in 1.8V, 2.5V, 2.85V, 3.3V, 3.45V, 5V and Adjustable Versions
- Current Limiting and Thermal Protection
- Output Current 1.5A
- Line Regulation 0.015% (typical)
- Load Regulation 0.1% (typical)

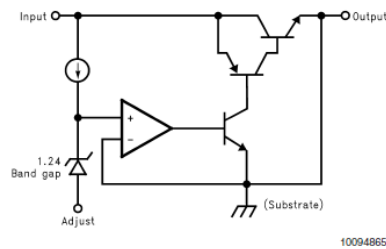
Applications

- SCSI-2 Active Terminator
- High Efficiency Linear Regulators
- Battery Charger
- Post Regulation for Switching Supplies
- Constant Current Regulator
- Microprocessor Supply

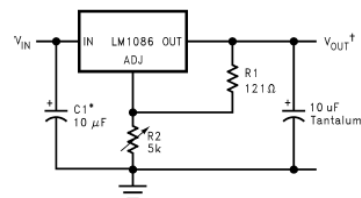
Connection Diagrams



Basic Functional Diagram, Adjustable Version



Application Circuit



*NEEDED IF DEVICE IS FAR FROM FILTER CAPACITORS

$$V_{OUT} = 1.25V \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$

1.2V to 15V Adjustable Regulator

Anexo 10: Hoja Fabricante – Datasheet MBR1635

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by MBR1635/D

SWITCHMODE™ Power Rectifiers

... using the Schottky Barrier principle with a platinum barrier metal. These state-of-the-art devices have the following features:

- Guardring for Stress Protection
- Low Forward Voltage
- 150°C Operating Junction Temperature
- Guaranteed Reverse Avalanche

Mechanical Characteristics:

- Case: Epoxy, Molded
- Weight: 1.9 grams (approximately)
- Finish: All External Surfaces Corrosion Resistant and Terminal Leads are Readily Solderable
- Lead Temperature for Soldering Purposes: 260°C Max. for 10 Seconds
- Shipped 50 units per plastic tube
- Marking: B1635, B1645

MBR1635
MBR1645

MBR1645 is a
Motorola Preferred Device

**SCHOTTKY BARRIER
RECTIFIERS**
16 AMPERES
35 and 45 VOLTS

CASE 221B-03
TO-220AC

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	MBR1635	MBR1645	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	V_{RRM} V_{RWM} V_R	35	45	Volts
Average Rectified Forward Current (Rated V_R) $T_C = 125^\circ\text{C}$	$I_{F(AV)}$	16	16	Amps
Peak Repetitive Forward Current (Rated V_R , Square Wave, 20 kHz) $T_C = 125^\circ\text{C}$	I_{FRM}	32	32	Amps
Nonrepetitive Peak Surge Current (Surge applied at rated load conditions halfwave, single phase, 60 Hz)	I_{FSM}	150	150	Amps
Peak Repetitive Reverse Surge Current (2.0 μs , 1.0 kHz)	I_{RRM}	1.0	1.0	Amp
Operating Junction Temperature	T_J	-65 to +150	-65 to +150	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-65 to +175	-65 to +175	$^\circ\text{C}$
Voltage Rate of Change (Rated V_R)	dv/dt	1000	10000	V/ μs

THERMAL CHARACTERISTICS

Maximum Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	1.5	1.5	$^\circ\text{C/W}$
--	-----------------	-----	-----	--------------------

ELECTRICAL CHARACTERISTICS


Maximum Instantaneous Forward Voltage (1) ($I_F = 16$ Amps, $T_C = 125^\circ\text{C}$) ($I_F = 16$ Amps, $T_C = 25^\circ\text{C}$)	V_F	0.57 0.63	0.57 0.63	Volts
Maximum Instantaneous Reverse Current (1) (Rated dc Voltage, $T_C = 125^\circ\text{C}$) (Rated dc Voltage, $T_C = 25^\circ\text{C}$)	I_R	40 0.2	40 0.2	mA

(1) Pulse Test: Pulse Width = 300 μs , Duty Cycle $\leq 2.0\%$.

SWITCHMODE is a trademark of Motorola, Inc.
Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value.

Rev 1

© Motorola, Inc. 1996

 **MOTOROLA**

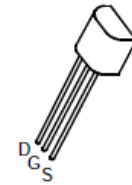
N-CHANNEL ENHANCEMENT MODE VERTICAL DMOS FET

ISSUE 2 – MARCH 94

FEATURES

- * 100 Volt V_{DS}
- * $R_{DS(on)} = 3\Omega$
- * Low threshold voltage

ZVNL110A



E-Line
TO92 Compatible

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS.

PARAMETER	SYMBOL	VALUE	UNIT
Drain-Source Voltage	V_{DS}	100	V
Continuous Drain Current at $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$	I_D	320	mA
Pulsed Drain Current	I_{DM}	6	A
Gate Source Voltage	V_{GS}	± 20	V
Power Dissipation at $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$	P_{tot}	700	mW
Operating and Storage Temperature Range	$T_J: T_{stg}$	-55 to +150	$^{\circ}\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (at $T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ unless otherwise stated).

PARAMETER	SYMBOL	MIN.	MAX.	UNIT	CONDITIONS.
Drain-Source Breakdown Voltage	BV_{DSS}	100		V	$I_D=1\text{mA}$, $V_{GS}=0\text{V}$
Gate-Source Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	0.75	1.5	V	$I_D=1\text{mA}$, $V_{DS}=V_{GS}$
Gate-Body Leakage	I_{GSS}		100	nA	$V_{GS}=\pm 20\text{V}$, $V_{DS}=0\text{V}$
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}		10 500	μA μA	$V_{DS}=100\text{V}$, $V_{GS}=0$ $V_{DS}=80\text{V}$, $V_{GS}=0\text{V}$, $T=125^{\circ}\text{C}$ (2)
On-State Drain Current(1)	$I_{D(on)}$	750		mA	$V_{DS}=25\text{V}$, $V_{GS}=5\text{V}$
Static Drain-Source On-State Resistance (1)	$R_{DS(on)}$		4.5 3.0	Ω Ω	$V_{GS}=5\text{V}$, $I_D=250\text{mA}$ $V_{GS}=10\text{V}$, $I_D=500\text{mA}$
Forward Transconductance (1)(2)	g_{fs}	225		mS	$V_{DS}=25\text{V}$, $I_D=500\text{mA}$
Input Capacitance (2)	C_{iss}		75	pF	$V_{DS}=25\text{V}$, $V_{GS}=0\text{V}$, $f=1\text{MHz}$
Common Source Output Capacitance (2)	C_{oss}		25	pF	
Reverse Transfer Capacitance (2)	C_{rss}		8	pF	
Turn-On Delay Time (2)(3)	$t_{d(on)}$		7	ns	$V_{DD}\approx 25\text{V}$, $V_{GS}=10\text{V}$, $I_D=1\text{A}$
Rise Time (2)(3)	t_r		12	ns	
Turn-Off Delay Time (2)(3)	$t_{d(off)}$		15	ns	
Fall Time (2)(3)	t_f		13	ns	



Preliminary data

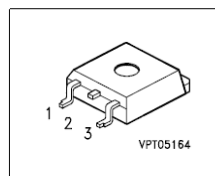
SPP80N03S2L-05
SPB80N03S2L-05
OptiMOS™ Power-Transistor
Feature

- N-Channel
- Enhancement mode
- Logic Level
- Low on-resistance $R_{DS(on)}$
- Excellent Gate Charge x $R_{DS(on)}$ product (FOM)
- Superior thermal resistance
- 175°C operating temperature
- Avalanche rated
- dv/dt rated

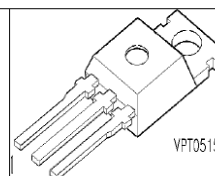
Product Summary

V_{DS}	30	V
$R_{DS(on)}$	5.2	mΩ
I_D	80	A

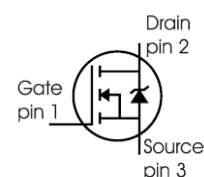
P-TO263-3-2



P-TO220-3-1



Type	Package	Ordering Code	Marking
SPP80N03S2L-05	P-TO220-3-1	Q67042-S4033	2N03L05
SPB80N03S2L-05	P-TO263-3-2	Q67042-S4032	2N03L05


Maximum Ratings, at $T_j = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified

Parameter	Symbol	Value	Unit
Continuous drain current $T_C = 25^\circ\text{C}^{1)}$ $T_C = 100^\circ\text{C}$	I_D	80 80	A
Pulsed drain current $T_C = 25^\circ\text{C}$	$I_{D \text{ puls}}$	320	
Avalanche energy, single pulse $I_D = 80 \text{ A}$, $V_{DD} = 25 \text{ V}$, $R_{GS} = 25 \Omega$	E_{AS}	325	mJ
Reverse diode dv/dt $I_S = 80 \text{ A}$, $V_{DS} = 24 \text{ V}$, $di/dt = 200 \text{ A}/\mu\text{s}$, $T_{j\text{max}} = 175^\circ\text{C}$	dv/dt	6	kV/ μs
Gate source voltage	V_{GS}	± 20	V
Power dissipation $T_C = 25^\circ\text{C}$	P_{tot}	154	W
Operating and storage temperature	T_j , T_{stg}	-55... +175	$^\circ\text{C}$
IEC climatic category; DIN IEC 68-1		55/175/56	

Thermal Characteristics

Parameter	Symbol	Values			Unit
		min.	typ.	max.	
Thermal resistance, junction - case	R_{thJC}	-	-	0.97	K/W
SMD version, device on PCB:	R_{thJA}				
@ min. footprint		-	-	62	
@ 6 cm ² cooling area ²⁾		-	-	40	

Electrical Characteristics, at $T_j = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified

Parameter	Symbol	Values			Unit
		min.	typ.	max.	
Static Characteristics					
Drain-source breakdown voltage $V_{GS}=0V, I_D=1mA$	$V_{(BR)DSS}$	30	-	-	V
Gate threshold voltage, $V_{GS} = V_{DS}$ $I_D=110\mu A$	$V_{GS(th)}$	1.2	1.6	2	
Zero gate voltage drain current $V_{DS}=30V, V_{GS}=0V, T_j=25^{\circ}C$ $V_{DS}=30V, V_{GS}=0V, T_j=125^{\circ}C$	I_{DSS}	- -	0.01 10	1 100	μA
Gate-source leakage current $V_{GS}=20V, V_{DS}=0V$	I_{GSS}	-	1	100	nA
Drain-source on-state resistance $V_{GS}=4.5V, I_D=55A$ $V_{GS}=4.5V, I_D=55A, SMD\ version$	$R_{DS(on)}$	- -	5.5 5.2	7.5 7.2	m Ω
Drain-source on-state resistance ³⁾ $V_{GS}=10V, I_D=55A$ $V_{GS}=10V, I_D=55A, SMD\ version$	$R_{DS(on)}$	- -	3.9 3.6	5.2 4.9	

¹Current limited by bondwire; with a $R_{thJC} = 0.97$ K/W the chip is able to carry $I_D = 135A$ and calculated with max. source pin temperature of 85°C .

²Device on 40mm*40mm*1.5mm epoxy PCB FR4 with 6cm² (one layer, 70 μm thick) copper area for drain connection. PCB is vertical without blown air.

³Diagrams are related to straight lead versions